

78

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 5 日
Date of Application:

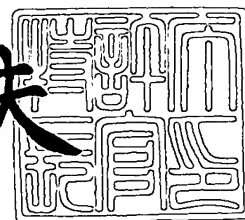
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 1 8 1 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 1 1 8 1 9]

出 願 人 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 9 8 5 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 AWA-100

【提出日】 平成14年10月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60G 17/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダ
ブリュ株式会社内

【氏名】 丹羽 俊明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダ
ブリュ株式会社内

【氏名】 椎窓 利博

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地 アイシン・エイ・ダ
ブリュ株式会社内

【氏名】 三木 修昭

【特許出願人】

【識別番号】 000100768

【氏名又は名称】 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100116207

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木 俊明

【選任した代理人】

【識別番号】 100089635

【弁理士】

【氏名又は名称】 清水 守

【選任した代理人】

【識別番号】 100096426

【弁理士】

【氏名又は名称】 川合 誠

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-279860

【出願日】 平成14年 9月25日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 102474

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0011193

【包括委任状番号】 9306393

【包括委任状番号】 9302114

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車両のサスペンション制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (a) 車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサと

、
(b) 該上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有することを特徴とする車両のサスペンション制御装置。

【請求項 2】 前記制御ユニットは、前記車両の車速及び車両重量に基づいて前記路面のうねり及び凹凸を推定する請求項 1 に記載の車両のサスペンション制御装置。

【請求項 3】 (a) 車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサと

、
(b) 車速を検出する車速センサと、
(c) 車両重量を検出する重量センサと、
(d) 前記上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度、前記車速センサによって検出される車速及び前記重量センサによって検出される車両重量に基づいて前記路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有することを特徴とする車両のサスペンション制御装置。

【請求項 4】 (a) 前記車両の現在位置を検出する現在位置検出手段を有し、

(b) 前記制御ユニットは、前記路面形状を学習し、学習した路面形状に基づいて、特定された車両の現在位置前方における学習した路面形状に基づいてサスペンションを制御する請求項 3 に記載の車両のサスペンション制御装置。

【請求項 5】 前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間に進入する前に前記サスペンション制御値を悪路区間に適した値に変更する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の車両のサスペンション制御装置。

【請求項 6】 前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を脱出した後に前記サスペンション制御値を悪路区間に適した値から変更する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の車両のサスペンション制御装置。

【請求項 7】 前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を走行中であり振動レベルの大きい区間に進入する前に前記サスペンション制御値を振動レベルの大きい区間に適した値に変更する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の車両のサスペンション制御装置。

【請求項 8】 前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を走行中であり振動レベルの大きい区間を脱出した後に前記サスペンション制御値を振動レベルの大きい区間に適した値から変更する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の車両のサスペンション制御装置。

【請求項 9】 前記制御ユニットは、減衰力又はばねレートを制御することによってサスペンションの硬さを制御する請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の車両のサスペンション制御装置。

【請求項 1 0】 (a) 車両の現在位置を検出する現在位置検出手段と、
(b) 登録された区間の路面形状を情報提供サーバから受信する通信手段と、
(c) 該通信手段が受信した路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有することを特徴とする車両のサスペンション制御装置。

【請求項 1 1】 (a) 車両のサスペンション制御するためにコンピュータを、
(b) 車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサ、及び、
(c) 該上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとして機能させる車両のサスペンション制御プログラム。

【請求項 1 2】 (a) 車両の上下方向加速度を検出し、
(b) 検出された車両の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、
(c) 該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定することを特徴とする

車両のサスペンション制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両のサスペンション制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来、ナビゲーション装置が搭載された車両において、前記ナビゲーション装置が提供する道路状況データに対応させてサスペンション制御を行うことができるようにした車両のサスペンション制御装置が提供されている。この場合、例えば、前方の道路形状等の道路環境からカーブを検出し、検出したカーブの形状と車両状態であるステアリング、車速をパラメータとしてサスペンションの制御量を算出し、算出したサスペンションの制御量に基づいてサスペンションの硬さを変更するサスペンション制御が行われるようになっている（例えば、特許文献1参照。）。

【0003】

また、悪路であるかどうかをデータベースに基づいて判定し、サスペンションの硬さを制御する技術が提供されている（例えば、特許文献2参照。）。この場合、サスペンションからの入力である上下方向加速度を取得し、取得した上下方向加速度に基づいて悪路であるかどうかを判定し、データベースに記録する学習も行われている。すなわち、実際のサスペンションの制御結果と予測される制御内容とを比較し、比較結果に基づいてデータベースの内容を修正する。

【0004】

【特許文献1】

特開平5-345509号公報

【0005】

【特許文献2】

特開2000-318634号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記従来の車両のサスペンション制御装置においては、ナビゲーション装置が提供する道路の形状に基づいてサスペンション制御を行うようになっているが、車両が受ける振動に大きな影響を及ぼす路面の状態が、舗装／未舗装としか分類されておらず、実際の道路の凹凸を含む路面形状が考慮されていない。また、車両状態についても、車速及びステアリングしか考慮されていない。そのため、悪路におけるサスペンションの事前制御を行った場合、運転者が違和感を感じてしまう。

【0 0 0 7】

さらに、学習を行う場合も、学習を行う内容が路面形状ではなく、揺れを感じた場所であるので、車速や車両重量などの車両状態によっては、学習されたりされなかったりすることが考えられる。このように学習された内容で、悪路におけるサスペンションの事前制御を行った場合、運転者が違和感を感じてしまう。

【0 0 0 8】

本発明は、前記従来の車両のサスペンション制御装置の問題点を解決して、実際の道路の路面形状に基づき、各種の車両状態を考慮してサスペンション制御を行うとともに、前記路面形状を学習することによって、悪路においても適切にサスペンション制御を行うことができる車両のサスペンション制御装置を提供することを目的とする。

【0 0 0 9】**【課題を解決するための手段】**

そのために、本発明の車両のサスペンション制御装置においては、車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサと、該上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有する。

【0 0 1 0】

本発明の他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両の車速及び車両重量に基づいて前記路面のうねり及び凹凸を

推定する。

【0011】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサと、車速を検出する車速センサと、車両重量を検出する重量センサと、前記上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度、前記車速センサによって検出される車速及び前記重量センサによって検出される車両重量に基づいて前記路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有する。

【0012】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記車両の現在位置を検出する現在位置検出手段を有し、前記制御ユニットは、前記路面形状を学習し、学習した路面形状に基づいて、特定された車両の現在位置前方における学習した路面形状に基づいてサスペンションを制御する。

【0013】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間に進入する前に前記サスペンション制御値を悪路区間に適した値に変更する。

【0014】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を脱出した後に前記サスペンション制御値を悪路区間に適した値から変更する。

【0015】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を走行中であり振動レベルの大きい区間に進入する前に前記サスペンション制御値を振動レベルの大きい区間に適した値に変更する。

【0016】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制

御ユニットは、前記車両が悪路区間を走行中であり振動レベルの大きい区間を脱出した後に前記サスペンション制御値を振動レベルの大きい区間に適した値から変更する。

【0017】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、減衰力又はばねレートを制御することによってサスペンションの硬さを制御する。

【0018】

本発明の更に他の車両のサスペンション制御装置においては、車両の現在位置を検出する現在位置検出手段と、登録された区間の路面形状を情報提供サーバから受信する通信手段と、該通信手段が受信した路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有する。

【0019】

本発明の車両のサスペンション制御プログラムにおいては、車両のサスペンション制御するためにコンピュータを、車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサ、及び、該上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとして機能させる。

【0020】

本発明の車両のサスペンション制御方法においては、車両の上下方向加速度を検出し、検出された車両の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0022】

図2は本発明の実施の形態における車両のサスペンション制御装置の構成を示

すブロック図、図3は本発明の実施の形態における車両のサスペンションの構成を示す図である。

【0023】

図において、10は車両のサスペンション制御装置であり、道路情報としての車両の走行環境情報を出力するセンサユニット20、車両のサスペンション（懸架装置）を制御する制御ユニットとしてのサスペンション制御ユニット30、及び、サスペンションユニット40を有する。ここで、前記車両は乗用車、トラック、バス、二輪車等道路を走行可能なものであればいかなる種類のものであってもよいが、本実施の形態においては、説明の都合上、前記車両が四つの車輪を備える乗用車である場合について説明する。なお、前記サスペンションユニット40は四つの車輪のそれぞれに取り付けられているものとする。

【0024】

そして、21はナビゲーション装置、22は車両の回転角速度、すなわち、旋回角を検出するジャイロセンサ、23はGPS（Global Positioning System）センサ、24は車両の速度を検出する車速センサ、25は運転者が操作する車両のステアリングの舵（だ）角を検出するステアリングセンサ、26は車両の方向指示器としてのウィンカの動作を検出するウィンカセンサ、27は運転者が操作するアクセル開度を検出するアクセルセンサ、28は運転者が操作する車両のブレーキペダルの動きを検出するブレーキセンサ、及び、29は車両の重量情報を取得する車重センサである。

【0025】

ここで、前記ナビゲーション装置21は、CPU、MPU等の演算手段、半導体メモリ、磁気ディスク等の記憶手段、タッチパネル、リモートコントローラ、押しボタンスイッチ等の入力手段、通信インターフェイス等を備える。そして、前記ナビゲーション装置21は、前記ジャイロセンサ22、GPSセンサ23及び車速センサ24が接続される。また、前記ナビゲーション装置21は、図示されない地磁気センサ、距離センサ、ビーコンセンサ、高度計等を備えていてもよい。そして、前記ナビゲーション装置21は、前記ジャイロセンサ22、GPSセンサ23及び車速センサ24、さらに、地磁気センサ、距離センサ、ビーコン

センサ、高度計等からの信号に基づいて、車両の現在位置、車両が向いている方位、車両の速度、車両の移動距離等を検出する。本実施の形態において、前記ナビゲーション装置 2 1 は、基本処理、走行環境認識処理を行い、前記サスペンション制御ユニット 3 0 に走行環境情報を送信する。

【 0 0 2 6 】

そして、前記 G P S センサ 2 3 は、図示されない G P S 衛星が発信した電波を受信することによって地球上における現在位置を検出し、前記地磁気センサは、地磁気を測定することによって車両が向いている方位を検出し、前記距離センサは、道路上の所定の位置間の距離等を検出する。前記距離センサとしては、例えば、図示されない車輪の回転数を測定し、該回転数に基づいて距離を検出するもの、加速度を測定し、該加速度を二回積分して距離を検出するもの等を使用することができる。また、前記ビーコンセンサは、道路に沿って配設されたビーコンからの位置情報を受信して現在位置を検出する。

【 0 0 2 7 】

ここで、前記車重センサ 2 9 は、車両内に配設されたボディ通信網としての車内 L A N (L o c a l A r e a N e t w o r k) に接続され、該車内 L A N を介して通信される情報としての車両コードを取得し、該車両コードに基づいて車種を特定して、前記車両の基本重量を取得する。さらに、前記車重センサ 2 9 は、各座席 (シート) に配設されたシートセンサを含み、前記座席に着座している乗員の人数に基づいて、積載重量を算出する。そして、前記車両の基本重量と積載重量を合計し、車両の総重量としての車両重量を検出する。なお、車両が停車している際のオートレベライザの制御状態から積載重量を検出することもできる。

【 0 0 2 8 】

また、前記ナビゲーション装置 2 1 の記憶手段は、地図データファイル、交差点データファイル、ノードデータファイル、道路データファイル、及び、各地域のホテル、ガソリンスタンド等の施設の情報が記録された施設情報データファイルから成るデータベースを備える。そして、前記記憶手段には、経路を探索するためのデータの他、前記表示手段の画面に、探索された経路に沿って案内図を表

示したり、次の交差点までの距離、次の交差点における進行方向等を表示したり、他の案内情報を表示したりするための各種のデータが記録される。なお、前記記憶手段には、所定の情報を音声出力するための各種のデータも記録される。また、前記記憶手段は、磁気テープ、磁気ディスク、磁気ドラム、フラッシュメモリ、CD-ROM、MD、DVD-ROM、光ディスク、MO、ICカード、光カード、メモリカード等、あらゆる形態の記録媒体を含むものであり、取り外し可能な外部記憶媒体を使用することもできる。

【0029】

そして、前記交差点データファイルには交差点データが、ノードデータファイルにはノードデータが、道路データファイルには道路データが、それぞれ、記録され、前記交差点データ、ノードデータ及び道路データによって道路状況が表示手段の画面に表示される。なお、前記交差点データには、交差点の種類、すなわち、交通信号灯器の設置されている交差点であるか又は交通信号灯器の設置されていない交差点であるかが含まれる。また、前記ノードデータは、前記地図データファイルに記録された地図データにおける少なくとも道路の位置及び形状を構成するものであり、実際の道路の分岐点（交差点、T字路等を含む）、ノード点、及び各ノード点間を連結するリンクを示すデータから成る。さらに、前記ノード点は、少なくとも道路の屈曲点の位置を示す。

【0030】

また、前記道路データには、道路自体について、幅員、勾（こう）配、カント、高度、バンク、路面の状態、道路の車線数、該車線数の減少する地点、幅員の狭くなる地点等のデータが含まれる。なお、高速道路や幹線道路の場合、対向方向の車線のそれぞれが別個の道路データとして格納され、二条化道路として処理される。例えば、片側二車線以上の幹線道路の場合、二条化道路として処理され、上り方向の車線と下り方向の車線は、それぞれ、独立した道路として道路データに格納される。また、コーナについては、曲率半径、交差点、T字路、コーナの入口等のデータが含まれる。さらに、道路属性については、踏切、高速道路出入口ランプウェイ、高速道路の料金所、降坂路、登坂路、道路種別（国道、主要地方道、一般道、高速道等）等のデータが含まれる。

【 0 0 3 1 】

さらに、車両のサスペンション制御装置 1 0 の通信手段としての前記ナビゲーション装置 2 1 の通信インターフェイスは、サスペンション制御ユニット 3 0 との間で通信を行うとともに、FM送信装置、電話回線網、インターネット、携帯電話網等との間で各種のデータの送受信を行うためのものであり、例えば、図示されない情報センサ等によって受信した渋滞等の道路情報、交通事故情報、GPSセンサ 2 3 の検出誤差を検出するD-GPS情報等の各種のデータを受信する。

【 0 0 3 2 】

そして、前記ナビゲーション装置 2 1 は、目的地までの経路の探索、経路中の走行案内、特定区間の決定、地点、施設等の検索等の基本処理を実行し、地図を表示手段の画面に表示し、前記地図上に車両の現在位置、該現在位置から目的地までの経路、該経路に沿った案内情報等を表示する。なお、該案内情報は、発音手段によって音声出力されるようにしてもよい。また、前記ナビゲーション装置 2 1 は車両の現在位置を特定する現在位置特定手段として機能する。さらに、前記ナビゲーション装置 2 1 は、車両の走行経路において車両の前方に位置するコーナ等（交差点、T字路、高速道路出入口ランプウェイ等も含む）の形状、該コーナ等への推奨進入速度等を含む走行環境を認識する走行環境認識処理を行う。そして、該走行環境情報はサスペンション制御ユニット 3 0 に送信される。

【 0 0 3 3 】

また、該サスペンション制御ユニット 3 0 は、CPU、MPU等の演算手段、半導体メモリ、磁気ディスク等の記憶手段、通信インターフェイス等を備える。なお、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、前記車速センサ 2 4、ステアリングセンサ 2 5、ウィンカセンサ 2 6、アクセルセンサ 2 7、ブレーキセンサ 2 8、及び、車重センサ 2 9 に接続され、車両の走行状態情報を受信する。そして、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、制御状況情報受信処理、制御要素情報受信処理、制御命令作成処理、制御命令送信処理等の各種処理を行い、制御命令をサスペンションユニット 4 0 に送信する。

【 0 0 3 4 】

そして、該サスペンションユニット 40 は、通常のサスペンションが有するばね（スプリング）、ダンパー（減衰器）、車輪のガイド機構（リンク）等に加えて、上下加速度センサ 41、減衰力調整機構 42、ばねレート調整機構 43 及び車高調整機構 44 を有する。ここで、前記上下加速度センサ 41 は、前記サスペンションユニット 40 における車体側の部分であるばね上部分が上下方向に移動する加速度としての車両の上下方向加速度を検出する。そして、前記減衰力調整機構 42 は、前記ダンパーの減衰力を調整するものであり、例えば、前記ダンパーが油圧式ダンパーである場合、油流路のオリフィス径を調整することによって、減衰力を調整することができる。また、前記ばねレート調整機構 43 は、前記ばねの剛性、すなわち、スプリングの硬さを調整して前記ばねのばねレート（ばね定数又はスプリングレート）の値を変更するものであり、ばねレートを調整することができる。さらに、前記車高調整機構 44 は車体の高さを調整することができる。なお、前記サスペンションユニット 40 は、サスペンション制御ユニット 30 に制御状況情報を送信する。

【0035】

なお、図 2 に示される例においては、サスペンション制御ユニット 30 が独立した構成になっているが、サスペンション制御ユニット 30 が有する機能をセンサユニット 20 やサスペンションユニット 40 に付属させることもできる。

【0036】

ここでは、前記サスペンションユニット 40 が、空気ばねを使用するエアサスペンションである場合を例として、減衰力、ばねレート及び車高を調整する方法について具体的に説明する。なお、サスペンションユニットとしてのエアサスペンションユニット 81 は、図 3 に示されるような構成を有するものとする。まず、減衰力を調整する場合、前記減衰力調整機構 42 は減衰力調整用アクチュエータ 88 を作動させる。これにより、オリフィス切替型減衰可変バルブ 89 が回転し、ダンパーのオリフィス径を変化させて減衰力を調整する。

【0037】

また、ばねレートを調整する場合、前記ばねレート調整機構 43 は開閉弁 87 を作動させる。これにより、メインエアチャンバ 85 とサブエアチャンバ 86 と

の通路を開閉したり、該通路の絞り量を変化させて、ばねレートを調整する。すなわち、エアサスペンションにおいては、エアチャンバの容積に比例してばねレートが低下するので、ばねレートを高くする場合はメインエアチャンバ 85 のみを使用し、ばねレートを低くする場合は前記通路を開きサブエアチャンバ 86 も使用する。

【0038】

さらに、車高を調整する場合、前記車高調整機構 44 はソレノイドバルブ 84 を作動させる。これにより、矢印 91 で示されるように、メインエアチャンバ 85 内にエアタンク 82 からエアを供給したり、矢印 92 で示されるように、メインエアチャンバ 85 からエアを排出したりして、メインエアチャンバ 85 内の空気圧を調整して車高を調整する。なお、前記エアタンク 82 には必要に応じてエアコンプレッサ 83 から空気が供給される。

【0039】

次に、前記構成の車両のサスペンション制御装置 10 の動作について説明する。まず、路面状態によるサスペンション制御について説明する。

【0040】

図 1 は本発明の実施の形態における路面からの振動数の概念を示す図、図 4 は本発明の実施の形態におけるサスペンション制御マップを示す図、図 5 は本発明の実施の形態における減衰力特性マップを示す図、図 6 は本発明の実施の形態におけるばねレート特性マップを示す図である。

【0041】

一般に、悪路といっても様々な種類のものがある。例えば、未舗装路や砂利道があり、高速道路の中のうねり道もその一つである。また、それらの中にも様々な路面形状のものが存在する。ところが、従来の制御では、それら様々な路面形状を舗装／未舗装としか分類していなかったため、本来の路面形状に合ったサスペンションの事前制御を行うことができなかった。

【0042】

そこで、本実施の形態における車両のサスペンション制御装置 10 は、車両 1 の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面

形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する。すなわち、未舗装路や砂利道などのような分類による制御ではなく、路面形状を振幅（路面の起伏）と波長（起伏間の幅）との要素に分割し、実際の路面形状を制御に反映することによって、より精度の高いサスペンション制御を行うようになっている。

【0043】

まず、前記車両のサスペンション制御装置10は振動数によるサスペンション制御値の調整を行う。この場合、図1に示されるように、車両11が走行している道路の路面が振幅Y、波長λの波形を有するものであると想定すると、車両11の車速Vと路面の波長λとに基づいて、車両11が路面から受ける振動の振動数Nは次の式（1）に従って求められる。

$$N = V / \lambda \cdots \text{式 (1)}$$

ここで、前記振動数Nが、サスペンションのばねが有する固有振動数に近い場合、前記振動数Nにおいてばねの共振が発生し、サスペンションのストロークの振幅が大きくなり、乗員にふわふわした感触を与えるので、ダンパーの減衰力を大きく、又は、ばねレートが大きくなるように調整する、すなわち、サスペンションを硬くするように調整することによって、車両11が受ける振動を抑えることができる。

【0044】

また、前記車両のサスペンション制御装置10は振幅によるサスペンション制御値の調整を行う。一般に、路面振幅Yが大きいほど車両11が受ける振動は大きくなる。このため、路面振幅Yが大きい場合は、ダンパーの減衰力を小さく、又は、ばねレートが小さくなるように調整する、すなわち、サスペンションを柔らかくするように調整することによって、車両11が受ける振動を抑えることができる。

【0045】

そこで、前記サスペンション制御ユニット30は、図4に示されるようなサスペンション制御マップを記憶手段に格納し、前記サスペンション制御マップに従ったサスペンション制御値を含む制御命令を作成してサスペンションユニット4

0 に送信する。前記サスペンション制御マップから、路面振幅 Y が小さくなるほどサスペンションを硬くするように調整し、車両 11 が路面から受ける振動の振動数、すなわち、路面振動数 N が小さくなるほどサスペンションを硬くするように調整することが分かる。ここで、図 4 における前記サスペンション制御マップに示される 1 ～ 9 の数字は、サスペンション制御値としての硬さ設定値である。該硬さ設定値は、サスペンションの硬さの度合を示す数値であり、前記硬さ設定値が大きいほどサスペンションを硬くすべきことを意味している。なお、前記サスペンション制御マップに示される路面振幅 Y 及び路面振動数 N の数値は一例に過ぎず適宜設定することができる。また、前記路面振幅 Y 及び路面振動数 N は、それぞれ、三段階に区分されているが、二段階に区分されていてもよいし、四段階以上に区分されていてもよい。さらに、前記硬さ設定値も、8 段階以下であってもよいし、10 段階以上であってもよい。

【0046】

そして、前記硬さ設定値に対応するダンパーの減衰力は、例えば、図 5 に示される減衰力特性マップのように設定され、前記サスペンション制御ユニット 30 の記憶手段に格納される。図 5 における縦軸はダンパーの減衰力を示し、横軸はダンパーのピストンスピードを示している。なお、図 5 に示される減衰力及びピストンスピードの数値は、一般的な乗用車の油圧式ダンパーに適用した場合の一例であり、車両の種類、ダンパーの種類等に応じて変化するものである。また、図 5 に示される例は前記硬さ設定値が 11 段階である場合に対応するものであり、ダンパーの減衰力は 0 ～ 10 の 11 段階に区分され、太線が減衰力が最も大きい、すなわち、サスペンションが最も硬い場合の特性曲線を示し、細線が減衰力が最も小さい、すなわち、サスペンションが最も柔らかい場合の特性曲線を示している。なお、中間の 1 ～ 9 の段階に対応する特性曲線は省略されている。そして、減衰力が正の範囲における特性曲線はダンパーの軸が伸びる場合、すなわち、伸側の特性を示し、減衰力が負の範囲におけるダンパーの軸が縮む場合、すなわち、縮側の特性を示している。

【0047】

そのため、ダンパーの減衰力を制御して、すなわち、調整してサスペンション

の硬さを制御する、すなわち、調整する場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、前記サスペンション制御マップに従ってサスペンション制御値としての硬さ設定値を決定し、前記減衰力特性マップに従って前記硬さ設定値に対応する特性曲線を選択して、サスペンションユニット 40 に送信する。これにより、該サスペンションユニット 40 の減衰力調整機構 42 は、前記特性曲線に従った減衰力となるようにダンパーの減衰力を制御する。

【0048】

また、前記硬さ設定値に対応するばねレートは、例えば、図 6 に示されるばねレート特性マップのように設定され、前記サスペンション制御ユニット 30 の記憶手段に格納される。図 6 における縦軸はばねレートとしてのばね定数を示し、横軸は硬さ設定値を示している。なお、図 6 に示されるばねレートの数値は、一般的な乗用車のコイルばねに適用した場合の一例であり、車両の種類、ばねの種類等に応じて変化するものである。また、図 6 に示される例は前記硬さ設定値が 11 段階である場合に対応するものである。

【0049】

そのため、ばねレートを制御して、すなわち、調整してサスペンションの硬さを制御する、すなわち、調整する場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、前記サスペンション制御マップに従ってサスペンション制御値としての硬さ設定値を決定し、前記ばねレート特性マップに従って前記硬さ設定値に対応するばねレートを選択して、サスペンションユニット 40 に送信する。これにより、該サスペンションユニット 40 のばねレート調整機構 43 は、前記ばねレートになるようにばねのばねレートを制御する。

【0050】

次に、車両重量情報によるサスペンション制御について説明する。

【0051】

図 7 は本発明の実施の形態における車両重量が小の場合の状態を示す図、図 8 は本発明の実施の形態における車両重量が大の場合の状態を示す図、図 9 は本発明の実施の形態における車両重量が大の場合のサスペンション制御マップを示す図、図 10 は本発明の実施の形態における車両重量が中の場合のサスペンション

制御マップを示す図、図 11 は本発明の実施の形態における車両重量が小の場合のサスペンション制御マップを示す図である。

【0052】

一般に、路面状態が同じであっても、車両重量が変化すると、ばね上重量とばね下重量の比が変化して、車体の揺れの大きさも変化する。ところが、従来においては車両重量の変化が考慮されていないので、本来の車両状態に合ったサスペンションの制御を行うことができなかった。

【0053】

そこで、本実施の形態における車両のサスペンション制御装置 10 は、車両重量の変化に応じた制御を行うようになっている。

【0054】

まず、前記車両のサスペンション制御装置 10 は車両重量によるサスペンション制御値の調整を行う。図 7 に示されるように、乗員 12 の人数が少なく（図において一人）車両重量が小さい場合、車体（ばね上部分）の揺れが大きく感じられるので、前記車両のサスペンション制御装置 10 は、サスペンションを柔らかくするように調整する。また、図 8 に示されるように、乗員 12 の人数が多く（図において六人）車両重量が大きい場合、車体の揺れが小さく感じられるので、前記車両のサスペンション制御装置 10 は、サスペンションを硬くするように調整する。

【0055】

この場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、車重センサ 29 から走行状態情報として車両重量を受信し、該車両重量が大であると判断した場合には図 9 に示されるようなサスペンション制御マップに従って制御命令を作成してサスペンションユニット 40 に送信する。また、前記サスペンション制御ユニット 30 は、前記車両重量が中であると判断した場合には図 10 に示されるようなサスペンション制御マップに従って制御命令を作成してサスペンションユニット 40 に送信する。さらに、前記サスペンション制御ユニット 30 は、前記車両重量が小であると判断した場合には図 11 に示されるようなサスペンション制御マップに従って制御命令を作成してサスペンションユニット 40 に送信する。なお、車

両重量の大、中、小の区分は、車両 1 1 の種類に応じて変化するものであり、適宜設定される。

【0 0 5 6】

ここで、図 9 ～ 1 1 に示されるサスペンション制御マップは、基本的に図 4 に示されるサスペンション制御マップと同じものであり、図 4 に示されるサスペンション制御マップに示される硬さ設定値を車両重量に応じて調整したものである。すなわち、図 9 に示されるサスペンション制御マップは、括弧内に + 1 と示されるように、図 4 に示されるサスペンション制御マップに示される硬さ設定値を 1 ずつ増加させるようになっている。また、図 1 1 に示されるサスペンション制御マップは、括弧内に - 1 と示されるように、図 4 に示されるサスペンション制御マップに示される硬さ設定値を 1 ずつ減少させるようになっている。なお、図 1 0 に示されるサスペンション制御マップは、図 4 に示されるサスペンション制御マップに示される硬さ設定値をそのまま使用するようになっている。そのため、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、図 9 ～ 1 1 に示されるサスペンション制御マップを記憶手段に格納することなく、図 4 に示されるようなサスペンション制御マップの硬さ設定値を車両重量に応じて調整して使用することができ、記憶手段のメモリ資源を節約することができる。

【0 0 5 7】

なお、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、前述された路面状態によるサスペンション制御の場合と同様に、図 9 ～ 1 1 に示されるサスペンション制御マップに従って制御命令を作成し、サスペンションユニット 4 0 に送信する。

【0 0 5 8】

次に、制御実施のタイミングについて説明する。まず、単独悪路の場合について説明する。

【0 0 5 9】

図 1 2 は本発明の実施の形態における単独悪路におけるサスペンション制御値の変化を示す図である。

【0 0 6 0】

まず、サスペンションの事前制御としての車両 1 1 が悪路区間に進入する前の

サスペンション制御について説明する。ここで、ナビゲーション装置 21 が車両 11 の前方 100 [m] 区間内に悪路区間を検出した場合、サスペンション制御ユニット 30 は、タイミング t_1 において、該当する悪路区間に対する最適なサスペンション制御値を算出し、徐々に現在の制御値から最適制御値にしていき、タイミング t_2 における悪路区間手前 30 [m] までに最適制御値への移行を終了する。なお、前記サスペンション制御値は、前述したような制御命令に含まれる硬さ設定値に対応する特性曲線、ばねレート等の数値である。このように、事前にサスペンション制御を行うことによって、ナビゲーション装置 21 の検出する現在位置の誤差や路面形状の登録区間の誤差、サスペンション制御値変更のための時間の遅れ等による影響を受けることがなく、違和感のない悪路進入が可能になる。なお、前記悪路区間は、特定の路面形状（この場合、悪路）に該当する登録区間としてあらかじめ登録されている。

【0061】

続いて、サスペンションの事前制御としての車両 11 が悪路区間を走行している時のサスペンション制御について説明する。この場合、サスペンション制御ユニット 30 は、タイミング t_3 において、最適制御値を保持したまま悪路区間に進出し、タイミング t_4 における悪路区間走行中は、基本的には進入前に算出した最適制御値を保持する。なお、サスペンションユニット 40 が、アクティブサスペンションシステムのように、各種のセンサから現在の路面形状や振動の状態を認識し、サスペンション制御値を自動的に変更することができるようなシステムにおけるサスペンションユニットである場合には、前記システムの制御が優先される。

【0062】

続いて、サスペンションの事前制御としての車両 11 が悪路区間を脱出した時のサスペンション制御について説明する。この場合、サスペンション制御ユニット 30 は、タイミング t_5 において、悪路区間を退出した後も、路面形状の登録区間の誤差を吸収するために、30 [m] は最適制御値を保持する。ただし、前方にコーナ、交差点等が存在したり、別の悪路が存在する場合は、これらに対する事前制御を優先させるのでサスペンション制御値を保持する処理は実施しな

い。そして、サスペンション制御ユニット 3 0 は、タイミング t_6 において、悪路区間が終了した後、路面から一定以上の上下方向加速度を 3 0 [m] 以上続けて検知しなくなった時点で、サスペンション制御値を徐々に戻す。

【 0 0 6 3 】

次に、連続悪路の場合について説明する。

【 0 0 6 4 】

図 1 3 は本発明の実施の形態における連続悪路におけるサスペンション制御値の変化を示す第 1 の図、図 1 4 は本発明の実施の形態における連続悪路におけるサスペンション制御値の変化を示す第 2 の図である。

【 0 0 6 5 】

まず、図 1 3 に示されるように、サスペンションの事前制御としての悪路区間走行中に振動レベルが大きくなる場合のサスペンション制御について説明する。この場合、振動レベルが切り替わる前に振動レベルが大きい悪路に対する最適制御値に切り替える。これにより、予測されるより大きなショックに対する制御の遅れがなく、違和感がない走行を行うことができる。この場合、タイミング t_{11} で示される期間において、振動レベルが切り替わる地点に達する前に振動レベルが大きい悪路に対する最適制御値を算出し、サスペンションの制御値を変更する。

【 0 0 6 6 】

次に、図 1 4 に示されるように、サスペンションの事前制御としての悪路区間走行中に振動レベルが小さくなる場合のサスペンション制御について説明する。この場合、振動レベルが切り替わった後に、徐々に振動レベルが小さい悪路に対する最適制御値に切り替える、すなわち、事前制御を行わないようになっている。これは、より小さなショックに対しての事前制御を行うと、車両 1 1 が現在走行中の路面の振動を吸収することができなくなり、振動が増してしまい、乗員に違和感を与えてしまうからである。この場合、タイミング t_{21} で示される期間において、切り替わり地点に達した後、徐々に最適制御値を算出し、サスペンション制御値を変更する。

【 0 0 6 7 】

次に、路面状況の学習について説明する。

【0068】

図15は本発明の実施の形態における路面形状の学習の概念を示す図、図16は本発明の実施の形態における路面形状の学習の手順を示す図、図17は本発明の実施の形態における車両重量が大の場合の学習マップを示す図、図18は本発明の実施の形態における車両重量が中の場合の学習マップを示す図、図19は本発明の実施の形態における車両重量が小の場合の学習マップを示す図である。

【0069】

本実施の形態における車両のサスペンション制御装置10は、より精度が高い事前制御を行うために、路面形状の学習を行うようになっている。ところで、従来においても路面形状の学習を行う技術が提案されている。しかし、この場合、実際の道路を走行した時の車体の揺れ（上下方向加速度）によって学習を行うようになっているので、それほど凹凸がなく悪路として登録する必要がない区間であっても、車速が高い場合や車両重量が小さい場合には車体の揺れが発生してしまうので、学習が行われ、悪路区間として登録されてしまう場合がある。この場合、学習結果の精度が低いので、該学習結果に基づいてサスペンション制御を行うと、車両状態によっては不適切な制御になってしまうことがある。

【0070】

そこで、本実施の形態における路面形状の学習においては、図15に示されるように、実際の道路を走行した時の車体の揺れに対し、揺れを構成する要素である車速や車両重量など、走行した時点における車両状態の要素を差し引くことによって、道路の路面形状を表す路面振幅及び路面波長を抽出して記憶する。この場合、従来のように、一定値の車体の揺れを検知した箇所を記憶するのではなく、路面形状（路面振幅及び路面波長）を記憶するので、同じ区間を再度走行する場合、その時点における車両状態を加味することによって、精度が高いサスペンションの事前制御を行うことができる。

【0071】

次に、路面形状の学習の手順について説明する。まず、路面波長の学習について説明する。この場合、サスペンション制御ユニット30は、図16に示される

ように、車両 11 が実際に道路を走行した時に求められた車体の位置がピーク点に到達した時、すなわち、車体の上下方向の動きが上昇から下降に変化する時点に到達した時刻 T_1 及び T_2 の時間間隔とその時点の車速 V とから悪路の区間における路面の波長 λ を求める。なお、前記サスペンション制御ユニット 30 は、サスペンションユニット 40 から受信する制御状況情報に含まれる上下加速度センサ 41 から受信した車体の上下方向加速度に基づいて、車体の上下方向の動きが上昇から下降に変化する時点を判定することができる。

【0072】

ここで、ピーク点の時間間隔及び路面の波長 λ は次の式 (2) 及び (3) に従って求められる。

ピーク点の時間間隔 $= T_2 - T_1 \cdots$ 式 (2)

路面の波長 $\lambda =$ ピーク点の時間間隔 \times 車速

$$= (T_2 - T_1) \times V \cdots \text{式 (3)}$$

次に、路面の振幅の学習について説明する。この場合、サスペンション制御ユニット 30 は、車両 11 が実際に道路を走行した時に、上下加速度センサ 41 から受信した車体の上下方向加速度、車重センサ 29 から受信した車両重量、並びに、前記路面の波長 λ 及び車速 V に基づいて前記式 (1) に従って求めた路面振動数 N から成る図 17～19 に示されるような学習マップを作成し、路面振幅を求める。この場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、車重センサ 29 から受信した車両重量に基づき、該車両重量が大である場合には図 17 に示されるような学習マップを作成し、前記車両重量が中である場合には図 18 に示されるような学習マップを作成し、前記車両重量が小である場合には図 19 に示されるような学習マップを作成する。なお、前記学習マップに示される上下方向加速度及び路面振動数 N の数値は一例に過ぎず適宜設定することができる。また、前記上下方向加速度及び路面振動数 N は、それぞれ、三段階に区分されているが、二段階に区分されていてもよいし、四段階以上に区分されていてもよい。なお、図 17～19 に示されるような学習マップにおける路面振幅 (小)、路面振幅 (中) 及び路面振幅 (大) は、図 4、9～11 に示されるサスペンション制御マップにおける路面振幅 Y のそれぞれに一致するものであることが望ましいが、必ずし

も一致していなくてもよい。

【0073】

次に、路面形状の共有化について説明する。

【0074】

図20は本発明の実施の形態における路面形状を共有するシステムの概念を示す図である。

【0075】

図20において、50はサーバとしての情報提供サーバ51及び通信装置52を有する情報センタである。ここで、前記情報提供サーバ51は、CPU、MPU等の演算手段、半導体メモリ、磁気ディスク、光ディスク等の記憶手段、通信インターフェイス等を備えるコンピュータである。そして、前記情報提供サーバ51は通信装置52を介して図示されないネットワークに接続され、該ネットワークを経由して、車両Aとしての車両11a及び車両Bとしての車両11bにおける車両のサスペンション制御装置10と通信することができる。なお、前記ネットワークは、有線又は無線の公衆通信回線網、専用通信回線網、携帯電話回線網、インターネット、イントラネット、LAN、WAN (Wide Area Network)、衛星通信回線網等いかなる通信回線網であってもよく、これらを適宜組み合わせたものであってもよい。また、放送衛星によるCS放送やBS放送を利用して通信してもよく、地上波デジタルテレビ放送を利用して通信してもよく、FM多重放送を利用して通信してもよく、また、道路脇に設置されている光ビーコンや電波ビーコンを利用して通信してもよい。

【0076】

そして、車両11aにおける車両のサスペンション制御装置10の通信手段は、サスペンション制御ユニット30が学習した所定の悪路区間の路面形状を前記情報提供サーバ51に送信する。なお、前記悪路区間の位置を特定する位置情報も送信される。すると、該情報提供サーバ51は前記悪路区間の路面形状を記憶手段に格納し、登録区間として登録する。続いて、前記悪路区間の手前の区間を走行している車両11bにおける車両のサスペンション制御装置10が路面形状の配信要求を前記情報提供サーバ51に送信すると、該情報提供サーバ51は登

録区間としての悪路区間の路面形状を車両 11b における車両のサスペンション制御装置 10 に送信する。これにより、車両 11b における車両のサスペンション制御装置 10 のサスペンション制御ユニット 30 は、前記通信手段が受信した前記悪路区間の路面形状に基づいて、適切なサスペンション制御を行うことができる。

【0077】

このように、一台の車両 11a のサスペンション制御ユニット 30 が学習した路面形状をネットワーク上にアップし、他の車両 11b における車両のサスペンション制御装置 10 に配信することができるので、道路工事等によって一時的に出現した悪路区間であっても、一台の車両 11a が走行し、登録区間として情報提供サーバ 51 に登録することによって、他の車両 11b における車両のサスペンション制御装置 10 が前記悪路区間に対応する事前制御を行うことが可能になる。すなわち、登録区間として情報提供サーバ 51 に登録し、路面形状を共有化することによって、サスペンションの事前制御を適切に行うことができる。

【0078】

また、前記情報提供サーバ 51 が VICS (R) のような交通情報、道路工事情報、災害情報等の情報を格納するものである場合には、前記情報と登録区間の路面形状とを組み合わせることによって、より精度が高い路面形状の共有化が可能になる。

【0079】

次に、車両のサスペンション制御装置 10 の行う処理について説明する。まず、センサユニット 20 の行う処理について説明する。

【0080】

図 21 は本発明の実施の形態におけるセンサユニットの行う処理の手順を示すフローチャートである。

【0081】

まず、センサユニット 20 は、車両情報取得処理を行う。ここで、該車両情報取得処理は、ナビゲーション装置 21 が出力する車両情報としての走行環境情報、並びに、車速センサ 24、ステアリングセンサ 25、ウィンカセンサ 26、ア

クセルセンサ 27、ブレーキセンサ 28、及び、車重センサ 29 が出力する車両情報としての走行状態情報を取得する処理である。

【0082】

この場合、前記ナビゲーション装置 21 は、自車位置としての車両 11 の現在位置の検出、目的地までの経路の探索、経路中の走行案内、特定区間の決定、地点、施設等の検索等を行い、地図を表示手段の画面に表示し、前記地図上に車両 11 の現在位置、該現在位置から目的地までの経路、該経路に沿った案内情報等を表示する処理、すなわち、基本処理を実行する。そして、該基本処理において、自車位置としての車両 11 の現在位置、道路データ等に基づいて、車両 11 が登録区間の手前の所定の位置に到達したことを検出し、車両 11 が登録区間に差し掛かると判断すると、前記ナビゲーション装置 21 は、走行環境認識処理を開始する。該走行環境認識処理は、前記登録区間の長さ、路面形状等、サスペンション制御に必要な走行環境情報を演算する処理である。

【0083】

そして、前記センサユニット 20 は、制御要素情報としての前記走行環境情報及び走行状態情報をサスペンション制御ユニット 30 に送信する制御要素情報送信処理を行う。

【0084】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S1 車両情報取得処理を行う。

ステップ S2 制御要素情報送信処理を行い、処理を終了する。

【0085】

次に、サスペンション制御ユニット 30 の行う処理について説明する。

【0086】

図 22 は本発明の実施の形態におけるサスペンション制御ユニットの行う処理の手順を示すフローチャートである。

【0087】

まず、サスペンション制御ユニット 30 は、サスペンションユニット 40 が送信する制御状況情報を受信する制御状況情報受信処理を行う。これにより、前記

サスペンション制御ユニット 30 は、上下加速度センサ 41 の出力するばね上部分の上下方向加速度、及び、減衰力調整機構 42、ばねレート調整機構 43、車高調整機構 44 等が行った制御の結果を取得する。

【0088】

続いて、前記サスペンション制御ユニット 30 は、センサユニット 20 からの制御要素情報を受信する制御要素情報受信処理を行う。これにより、前記サスペンション制御ユニット 30 は、前記登録区間の長さ、路面形状等の走行環境情報、並びに、車速センサ 24、ステアリングセンサ 25、ウィンカセンサ 26、アクセルセンサ 27、ブレーキセンサ 28、及び、車重センサ 29 が出力する走行状態情報を取得する。

【0089】

続いて、前記サスペンション制御ユニット 30 は、制御要素情報としての走行環境情報、走行状態情報及び前回の制御結果から最適な制御命令を作成する制御命令作成処理を行い、サスペンションユニット 40 に対する最適な制御命令を作成する。

【0090】

続いて、前記サスペンション制御ユニット 30 は、制御対象ユニットとしての前記サスペンションユニット 40 に前記制御命令を送信する制御命令送信処理を行う。

【0091】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S10 制御状況情報受信処理を行う。

ステップ S11 制御要素情報受信処理を行う。

ステップ S12 制御命令作成処理を行う。

ステップ S13 制御命令送信処理を行い、処理を終了する。

【0092】

次に、図 22 のステップ S12 における制御命令作成処理のサブルーチンについて説明する。

【0093】

図 23 は本発明の実施の形態における制御命令作成処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【0094】

まず、前記サスペンション制御ユニット 30 は、制御命令作成処理を行う場合、サスペンションユニット 40 から受信した前記制御状況情報、及び、センサユニット 20 から受信した制御要素情報に基づいて、実際の道路としての実道路に関する情報と地図データベース等に格納された道路に関する情報との誤差を判定して、誤差を修正する道路情報修正処理を行う。なお、該道路情報修正処理は道路形状学習のための処理である。

【0095】

次に、前記サスペンション制御ユニット 30 は、センサユニット 20 から受信した制御要素情報に基づいて、サスペンションユニット 40 に送信する制御命令に含まれる悪路におけるサスペンション制御値の最適制御値を算出する悪路制御値算出処理を行う。なお、該悪路制御値算出処理は、悪路におけるサスペンションの事前制御を行うための処理である。

【0096】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S12-1 道路情報修正処理を行う。

ステップ S12-2 悪路制御値算出処理を行う。

【0097】

次に、図 23 のステップ S12-1 における道路情報修正処理のサブルーチンについて説明する。

【0098】

図 24 は本発明の実施の形態における道路情報修正処理のサブルーチンを示す第 1 のフローチャート、図 25 は本発明の実施の形態における道路情報修正処理のサブルーチンを示す第 2 のフローチャートである。

【0099】

この場合、道路情報修正処理は、センサユニット 20 の現在位置更新タイミング毎 (100 [ms] 毎) に一回実行される。すなわち、サスペンション制御ユ

ニット 30 は、前記現在位置更新タイミング毎に道路情報修正処理を繰り返して実行する。

【0100】

まず、前記サスペンション制御ユニット 30 は、サスペンションユニット 40 の上下加速度センサ 41 が出力した上下方向加速度を取得する。続いて、前記サスペンション制御ユニット 30 は、悪路進入フラグがオンであるか否かを判断する。ここで、該悪路進入フラグは車両 11 の現在位置が悪路区間内であるか否かを判定するフラグであり、車両 11 が悪路区間内に進入すると、悪路進入であるとしてオンになり、車両 11 が悪路区間内から退出すると悪路退出であるとしてオフになる。

【0101】

そして、悪路進入フラグがオンである場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、上下方向加速度が所定値以上であるか否かを判断する。なお、該所定値は、車両 11 の現在位置が悪路区間内であるか否かを判断するための値であり、一般に、人が揺れを感じる最低の振動の大きさを表し、例えば、 $0.05 \text{ [m/s}^2 \text{]}$ であるが、適宜変更することができる。そして、上下方向加速度が所定値以上でない場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、車両 11 の現在位置が悪路区間内でないので、悪路を退出したと判断して、悪路退出時の処理を行う。

【0102】

ここで、前記サスペンション制御ユニット 30 は、悪路退出時の処理において、まず、悪路進入フラグをオフにする。続いて、所定の位置から車両 11 が悪路に進入した位置までの距離、すなわち、悪路進入距離と、所定の位置から車両 11 の現在位置までの距離、すなわち、現在の距離との差を算出して、悪路走行距離とする。続いて、車両 11 が悪路に進入した時刻、すなわち、悪路進入時刻と現在の時刻との差を算出して、悪路走行時間とする。続いて、後述される実道路環境情報算出処理を実行して、路面の振幅、波長等を含む実道路環境情報を算出する。続いて、記憶手段に格納されている路面の振幅、波長等を含む道路環境情報を取得する。続いて、後述される道路環境情報と実道路環境情報との一致判定

及び道路環境情報修正処理を実行する。そして、悪路退出時の処理を終了すると、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、道路情報修正処理を終了する。

【0 1 0 3】

なお、前述されたように、上下方向加速度が所定値以上であるか否かを判断して、所定値以上である場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、車両 1 1 が悪路を走行中であると判断して、悪路走行中の処理を行う。

【0 1 0 4】

ここで、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、悪路走行中の処理において、まず、前回の現在位置更新タイミング毎における上下方向加速度が正であり、かつ、今回の現在位置更新タイミング毎における上下方向加速度が負である条件を満たすか否かを判断する。そして、該条件を満たさない場合、悪路走行中の処理を終了する。また、前記条件を満たす場合、前回及び今回の現在位置更新タイミング毎における上下方向加速度に関する情報としての上下方向加速度情報を保存する。続いて、ピーク点カウンタをインクリメントする、すなわち、増加させて、悪路走行中の処理を終了する。なお、前記ピーク点カウンタはピーク点をカウントすることによって、悪路区間中に存在するピーク点数をカウントする。

【0 1 0 5】

そして、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、悪路走行中の処理を終了すると上下方向加速度情報を取得して、道路情報修正処理を終了する。

【0 1 0 6】

なお、前述されたように、悪路進入フラグがオンであるか否かを判断して、悪路進入フラグがオフである場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、上下方向加速度が所定値以上であるか否かを判断する。該所定値は、前述された所定値と同一である。そして、所定値以上でない場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、道路情報修正処理を終了する。また、所定値以上である場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、車両 1 1 が悪路でない場所から悪路に進入したと判断して、悪路の形状を算出するために必要な情報を初期化又は記憶しておくための悪路進入時の処理を行う。

【0 1 0 7】

ここで、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、悪路進入時の処理において、まず、悪路進入フラグをオンにする。続いて、悪路進入距離を取得し、悪路進入時刻を取得する。続いて、ピーク点カウンタをクリアして、悪路進入時の処理を終了する。

【 0 1 0 8 】

そして、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、悪路進入時の処理を終了すると上下方向加速度情報を取得して、道路情報修正処理を終了する。

【 0 1 0 9 】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 上下方向加速度を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 2 悪路進入フラグがオンであるか否かを判断する。悪路進入フラグがオンである場合はステップ S 1 2 - 1 - 3 に進み、悪路進入フラグがオンでない場合はステップ S 1 2 - 1 - 1 3 に進む。

ステップ S 1 2 - 1 - 3 上下方向加速度が所定値以上であるか否かを判断する。上下方向加速度が所定値以上である場合はステップ S 1 2 - 1 - 1 0 に進み、上下方向加速度が所定値より小さい場合はステップ S 1 2 - 1 - 4 に進む。

ステップ S 1 2 - 1 - 4 悪路進入フラグをオフにする。

ステップ S 1 2 - 1 - 5 悪路進入距離から現在の距離を減算することによって悪路走行距離を算出する。

ステップ S 1 2 - 1 - 6 悪路進入時刻から現在の時刻を減算することによって悪路走行時間を算出する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 実道路環境情報算出処理を行う。

ステップ S 1 2 - 1 - 8 道路環境情報を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 9 道路環境情報と実道路環境情報との一致判定及び道路環境情報修正処理を行い、処理を終了する。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 0 前回の上下方向加速度が 0 より大きく、かつ、今回の上下方向加速度が 0 より小さいか否かを判断する。前回の上下方向加速度が 0 より大きく、かつ、今回の上下方向加速度が 0 より小さい場合はステップ S 1 2 - 1 - 1 1 に進み、前回の上下方向加速度が 0 以下、かつ、今回の上下方向加速

度が 0 以上である場合はステップ S 1 2 - 1 - 1 8 に進む。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 1 上下方向加速度情報を保存する。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 2 ピーク点カウンタをインクリメントする。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 3 上下方向加速度が所定値以上であるか否かを判断する。上下方向加速度が所定値以上である場合はステップ S 1 2 - 1 - 1 4 に進み、上下方向加速度が所定値より小さい場合は処理を終了する。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 4 悪路進入フラグをオンにする。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 5 悪路進入距離を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 6 悪路進入時刻を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 7 ピーク点カウンタをクリアする。

ステップ S 1 2 - 1 - 1 8 上下方向加速度情報を取得し、処理を終了する。

【0110】

次に、図 2 4 のステップ S 1 2 - 1 - 7 における実道路環境情報算出処理のサブルーチンについて説明する。

【0111】

図 2 6 は本発明の実施の形態における実道路環境情報算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【0112】

まず、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、悪路走行距離、悪路走行時間及びピーク点数から路面波長を算出する路面波長算出処理を行う。

【0113】

ここで、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、波長算出処理において、まず、悪路走行距離を取得し、悪路走行時間を取得し、ピーク点数を取得する。続いて、悪路走行距離を悪路走行時間で除して車速 V を算出し、悪路走行時間をピーク点数で除してピーク間平均時間を算出し、ピーク間平均時間に車速 V を乗じて路面の波長 λ を算出する。なお、前記車速 V 、ピーク間平均時間及び路面の波長 λ は次の式 (4) ~ (6) に従って求められる。

車速 V = 悪路走行距離 / 悪路走行時間 . . . 式 (4)

ピーク間平均時間 = 悪路走行時間 / ピーク点数 . . . 式 (5)

路面の波長 λ = ピーク間平均時間 \times 車速 V . . . 式 (6)

続いて、前記サスペンション制御ユニット 30 は、算出した路面の波長 λ と車速 V とから求められる路面振動数 N 、及び、車両重量から決定される制御マップを用いて路面振幅 Y を取得する路面振幅算出処理を行う。

【0114】

ここで、前記サスペンション制御ユニット 30 は、路面振幅算出処理において、まず、前記式 (1) に従って、車速 V を路面の波長 λ で除して、路面振動数 N を算出する。続いて、車両重量を取得し、該車両重量が中であるとする既定値未満であるか否か判断する。そして、既定値未満である場合、車両重量が小であると判断する。また、車両重量が中であるとする既定値未満でない場合、車両重量が大であるとする既定値未満であるか否か判断する。そして、車両重量が大であるとする既定値未満である場合、車両重量が中であると判断する。また、車両重量が大であるとする既定値未満でない場合、車両重量が大であると判断する。

【0115】

なお、車両重量が中であるとする既定値及び大であるとする既定値は、前述された路面形状の学習において、前記サスペンション制御ユニット 30 が車両重量が中であると判断したり大である判断する場合の基準となる値と同一のものである。また、車両重量が中であるとする既定値及び大であるとする既定値、すなわち、車両重量の大中小の区別は、車種に応じて定められるようにしてもよいし、さらに、車種毎に乗員の人数の増減に応じて定められるようにしてもよい。

【0116】

そして、前記サスペンション制御ユニット 30 は、車両重量が小であると判断した場合、図 19 に示されるような車両重量が小の場合の学習マップを記憶手段から読み出す。また、車両重量が中であると判断した場合、図 18 に示されるような車両重量が中の場合の学習マップを記憶手段から読み出す。さらに、車両重量が大であると判断した場合、図 17 に示されるような車両重量が大の場合の学習マップを記憶手段から読み出す。そして、車両重量に対応する学習マップに従って、路面振動数 N 及び上下方向加速度に基づいて路面の振幅を取得する。

【0117】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 悪路走行距離を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 2 悪路走行時間を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 3 ピーク点数を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 4 車速 V を算出する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 5 ピーク間平均時間を算出する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 6 路面の波長 λ を算出する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 7 路面振動数 N を算出する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 8 車両重量を取得する。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 9 車両重量が車両重量（中）の既定値より小さいか否かを判断する。車両重量が車両重量（中）の既定値より小さい場合はステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 0 に進み、車両重量が車両重量（中）の既定値以上である場合はステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 1 に進む。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 0 車両重量（小）用のマップを読み出す。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 1 車両重量が車両重量（大）の既定値より小さいか否かを判断する。車両重量が車両重量（大）の既定値より小さい場合はステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 2 に進み、車両重量が車両重量（大）の既定値以上である場合はステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 3 に進む。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 2 車両重量（中）用のマップを読み出す。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 3 車両重量（大）用のマップを読み出す。

ステップ S 1 2 - 1 - 7 - 1 4 車両重量に対応するマップから路面振動数 N 及び上下方向加速度に基づいて振幅を取得し、処理を終了する。

【 0 1 1 8 】

次に、図 2 4 のステップ S 1 2 - 1 - 9 における道路環境情報と実道路環境情報との一致判定及び道路環境情報修正処理のサブルーチンについて説明する。

【 0 1 1 9 】

図 2 7 は本実施の形態における道路環境情報と実道路環境情報との一致判定及び道路環境情報修正処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【 0 1 2 0 】

この場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、実道路環境情報算出処理によって算出した実道路環境情報と、記憶手段から取得した道路環境情報との間に誤差があるか否かを判定する。

【 0 1 2 1 】

まず、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、道路環境情報に含まれる路面振幅と実道路環境情報に含まれる路面振幅との差が二段階以上あるか否かを判断する。例えば、道路環境情報に含まれる路面振幅が大であり、実道路環境情報に含まれる路面振幅が小であるか否かを判断する。ここで、路面振幅は前記図 1 7 ～ 1 9 に示されるように、大、中、小の三段階に区分されているものとする。そして、二段階以上であれば有意な差であり、一段階であれば有意な差でないと把握するようになっている。なお、前記路面振幅の区分の数及び有意な差であると判断する段階の数は、適宜変更することができる。

【 0 1 2 2 】

そして、前記差が二段階以上である場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、実道路環境情報に含まれる路面振幅を道路環境情報に含まれる路面振幅とし、続いて、実道路環境情報に含まれる路面振動数を道路環境情報に含まれる路面振動数とする。すなわち、道路環境情報を実道路環境情報によって修正する。そして、道路環境情報と実道路環境情報との一致判定及び道路環境情報修正処理を終了する。

【 0 1 2 3 】

また、道路環境情報に含まれる路面振幅と実道路環境情報に含まれる路面振幅との差が二段階以上でない場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、道路環境情報に含まれる路面振動数と実道路環境情報に含まれる路面振動数との差が二段階以上あるか否かを判断する。例えば、道路環境情報に含まれる路面振動数が大であり、実道路環境情報に含まれる路面振動数が小であるか否かを判断する。ここで、路面振動数は前記図 1 7 ～ 1 9 に示されるように、大、中、小の三段階に区分されているものとする。そして、二段階以上であれば有意な差であり、一段階であれば有意な差でないと把握するようになっている。なお、前記路面振動数の区分の数及び有意な差であると判断する段階の数は、適宜変更することが

できる。

【0 1 2 4】

そして、前記差が二段階以上である場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、道路環境情報を実道路環境情報によって修正して、道路環境情報と実道路環境情報との一致判定及び道路環境情報修正処理を終了する。

【0 1 2 5】

また、前記差が二段階以上でない場合、前記サスペンション制御ユニット 30 は、道路環境情報を実道路環境情報によって修正せずに、道路環境情報と実道路環境情報との一致判定及び道路環境情報修正処理を終了する。

【0 1 2 6】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S 1 2 - 1 - 9 - 1 道路環境情報（振幅）と実道路環境情報（振幅）との差が二段階以上あるか否かを判断する。道路環境情報（振幅）と実道路環境情報（振幅）との差が二段階以上ある場合はステップ S 1 2 - 1 - 9 - 3 に進み、道路環境情報（振幅）と実道路環境情報（振幅）との差が二段階以上ない場合はステップ S 1 2 - 1 - 9 - 2 に進む。

ステップ S 1 2 - 1 - 9 - 2 道路環境情報（振動数）と実道路環境情報（振動数）との差が二段階以上あるか否かを判断する。道路環境情報（振動数）と実道路環境情報（振動数）との差が二段階以上ある場合はステップ S 1 2 - 1 - 9 - 3 に進み、道路環境情報（振動数）と実道路環境情報（振動数）との差が二段階以上ない場合は処理を終了する。

ステップ S 1 2 - 1 - 9 - 3 道路環境情報（振幅）を実道路環境情報（振幅）に変更する。

ステップ S 1 2 - 1 - 9 - 4 道路環境情報（振動数）を実道路環境情報（振動数）に変更し、処理を終了する。

【0 1 2 7】

次に、図 2 3 のステップ S 1 2 - 2 における悪路制御値算出処理のサブルーチンについて説明する。

【0 1 2 8】

図 2 8 は本発明の実施の形態における悪路制御値算出処理における現在位置とノード点との関係を示す図、図 2 9 は本発明の実施の形態における悪路制御値算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【 0 1 2 9 】

この場合、悪路制御値算出処理は、センサユニット 2 0 の現在位置更新タイミング毎（1 0 0 [m s] 毎）に一回実行される。すなわち、サスペンション制御ユニット 3 0 は、前記現在位置更新タイミング毎に悪路でのサスペンション制御値である悪路制御値を算出する悪路制御値算出処理を繰り返して実行する。

【 0 1 3 0 】

まず、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、サスペンション制御値の最大制御値を初期化して値を 0 とし、続いて、各ノード点におけるノード別制御値を初期化して値を 0 とする。続いて、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、図 2 8 に示されるような車両 1 1 の現在位置の後方 3 0 [m] ～前方 1 0 0 [m] の範囲に存在するノード点におけるサスペンション制御値としてのノード別制御値を順次算出する。そして、今回の現在位置更新タイミング毎において算出したノード別制御値とこれまでに算出された最大制御値（初期値＝0）とを比較して大きい方を最大制御値として、最大制御値を更新する。ここで、最大制御値は、最も違和感を感じる地点において、違和感を感じさせないようにする値であり、ここでは実験的に求めた値を用いる。図 2 8 に示される例において、最大制御値は 5 である。

【 0 1 3 1 】

この場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、車両 1 1 の現在位置の後方 3 0 [m] ～前方 1 0 0 [m] の範囲に存在する後方のノード点から前方のノード点に向かって順次実行するループを開始する。すなわち、図 2 8 に示される例においては、ノード点 1 からノード点 5 まで、順次、各ノード点において前記ループに含まれる処理を行うようになっている。

【 0 1 3 2 】

前記ループにおいて、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、まず、現在位置から処理対象のノード点までの距離を算出する。続いて、前記ノード点までの

距離が+100[m]を超えたか否か、すなわち、前記ノード点が前方100[m]の範囲を超えた位置にあるか否かを判断する。そして、超えていない場合、悪路情報があるか否かを判断する。なお、超えた場合には、ループから脱して、悪路制御値算出処理を終了する。

【0133】

そして、悪路情報がある場合、前記サスペンション制御ユニット30は、後述されるノード別制御値算出処理を実行し、処理対象のノード点におけるノード別制御値を算出する。そして、算出されたノード別制御値が最大制御値より大であるか否かを判断し、前記ノード別制御値が最大制御値より大である場合、前記ノード別制御値を最大制御値として最大制御値を更新してループを終了し、次のノード点を処理対象とするループを開始する。

【0134】

なお、前述されたように悪路情報があるか否かを判断して悪路情報がない場合、即座にループを終了し、次のノード点を処理対象とするループを開始する。また、算出されたノード別制御値が最大制御値より大であるか否かを判断し、前記ノード別制御値が最大制御値より大でない場合も、即座にループを終了し、次のノード点を処理対象とするループを開始する。

【0135】

そして、車両11の現在位置の後方30[m]～前方100[m]の範囲に存在するすべてのノード点についてループを終了した場合、前記サスペンション制御ユニット30は、後述される制御値算出処理を実行して、今回の現在位置更新タイミング毎においてサスペンションユニット40に送信する制御命令に含まれる悪路での最適制御値を算出して、悪路制御値算出処理を終了する。

【0136】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップS12-2-1 最大制御値を初期化する。

ステップS12-2-2 ノード別制御値を初期化する。

ステップS12-2-3 後方のノード点から前方のノード点に向かって順にループを開始する。

ステップ S 12-2-4 ノード点までの距離を算出する。

ステップ S 12-2-5 ノード点までの距離が 100 [m] を超えたか否かを判断する。ノード点までの距離が 100 [m] を超えた場合は処理を終了し、ノード点までの距離が 100 [m] を超えていない場合はステップ S 12-2-6 に進む。

ステップ S 12-2-6 悪路情報があるか否かを判断する。悪路情報がある場合はステップ S 12-2-7 に進み、悪路情報がない場合はステップ S 12-2-10 に進む。

ステップ S 12-2-7 ノード別制御値算出処理を行う。

ステップ S 12-2-8 最大制御値がノード別制御値より小さいか否かを判断する。最大制御値が制御値より小さい場合はステップ S 12-2-9 に進み、最大制御値が制御値以上である場合はステップ S 12-2-10 に進む。

ステップ S 12-2-9 最大制御値とノード別制御値とを等しくする。

ステップ S 12-2-10 ループを終了する。

ステップ S 12-2-11 制御値算出処理を行い、処理を終了する。

【0137】

次に、図 29 のステップ S 12-2-7 におけるノード別制御値算出処理のサブルーチンについて説明する。

【0138】

図 30 は本発明の実施の形態におけるノード別制御値算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【0139】

ここで、前記サスペンション制御ユニット 30 は、記憶手段に格納されている路面の波長と振幅情報、車速及び車両重量から前方の路面状態に最適な減衰力調整値を算出する。そして、路面振動数 N を求め、車両重量から減衰力調整用のマップを選択し、選択したマップに基づいて、路面振動数 N と路面振幅 Y に該当する減衰力調整値を求めるようになっている。

【0140】

まず、前記サスペンション制御ユニット 30 は、路面の波長 λ 及び路面振幅 Y

を取得し、続いて、車速 V を取得する。そして、車速 V を波長 λ で除して路面振動数 N を算出する。なお、該路面振動数 N は次の式 (7) に従って求められる。

路面振動数 $N = \text{車速 } V / \text{波長 } \lambda \cdots \text{式 (7)}$

続いて、前記サスペンション制御ユニット 30 は、車両重量を取得し、該車両重量が中であるとする既定値未満であるか否か判断する。そして、車両重量が中であるとする既定値未満である場合、車両重量が小であると判断する。次に、車両重量が中であるとする既定値未満でない場合、車両重量が大であるとする既定値未満であるか否か判断する。そして、車両重量が大であるとする既定値未満である場合、車両重量が中であると判断する。また、車両重量が大であるとする既定値未満でない場合、車両重量が大であると判断する。

【0141】

なお、車両重量が中であるとする既定値及び大であるとする既定値は、前述された車両重量情報によるサスペンション制御において、前記サスペンション制御ユニット 30 が車両重量が中であると判断したり大である判断する場合の基準となる値と同一のものである。

【0142】

そして、前記サスペンション制御ユニット 30 は、車両重量が小であると判断した場合、図 11 に示されるような車両重量が小の場合のサスペンション制御マップを記憶手段から読み出す。また、車両重量が中であると判断した場合、図 10 に示されるような車両重量が中の場合のサスペンション制御マップを記憶手段から読み出す。さらに、車両重量が大であると判断した場合、図 9 に示されるような車両重量が大の場合のサスペンション制御マップを記憶手段から読み出す。そして、車両重量に対応するサスペンション制御マップに従って、路面振幅 Y 及び路面振動数 N に基づいてサスペンション制御値としての硬さ設定値をノード点におけるノード別制御値として取得する。

【0143】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S 12 - 2 - 7 - 1 路面の波長 λ 及び振幅 Y を取得する。

ステップ S 12 - 2 - 7 - 2 車速 V を取得する。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 3 路面振動数 N を算出する。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 4 車両重量を取得する。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 5 車両重量が車両重量（中）の既定値より小さいか否かを判断する。車両重量が車両重量（中）の既定値より小さい場合はステップ S 1 2 - 2 - 7 - 6 に進み、車両重量が車両重量（中）の既定値以上である場合はステップ S 1 2 - 2 - 7 - 7 に進む。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 6 車両重量（小）用のマップを読み出す。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 7 車両重量が車両重量（大）の既定値より小さいか否かを判断する。車両重量が車両重量（大）の既定値より小さい場合はステップ S 1 2 - 2 - 7 - 8 に進み、車両重量が車両重量（大）の既定値以上である場合はステップ S 1 2 - 2 - 7 - 9 に進む。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 8 車両重量（中）用のマップを読み出す。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 9 車両重量（大）用のマップを読み出す。

ステップ S 1 2 - 2 - 7 - 1 0 車両重量に対応するマップから路面の振幅及び振動数に基づいて、硬さ設定値を取得し、処理を終了する。

【 0 1 4 4 】

次に、図 2 9 のステップ S 1 2 - 2 - 1 1 における制御値算出処理のサブルーチンについて説明する。

【 0 1 4 5 】

図 3 1 は本発明の実施の形態における制御値算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【 0 1 4 6 】

この場合、現在のサスペンション制御値と最大制御値との差が非常に大きい場合、前記サスペンション制御値を最大制御値にしてしまうと、車両 1 1 の乗員に違和感を与えてしまうことになる。そこで、車両 1 1 の乗員に違和感を与えない程度の最大変化量を設けるようになっている。

【 0 1 4 7 】

まず、前記サスペンション制御ユニット 3 0 は、最大制御値を取得する。続いて、現在のサスペンション制御値と最大制御値との差が最大変化量より大きいか

否かを判断する。そして、大きい場合、前記現在のサスペンション制御値に最大変化量を加えた値を今回の現在位置更新タイミング毎におけるサスペンション制御値として、処理を終了する。また、大きくない場合、前記最大制御値に最大変化量を加えた値を今回の現在位置更新タイミング毎におけるサスペンション制御値として、処理を終了する。

【0 1 4 8】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S 1 2 - 2 - 1 1 - 1 最大制御値を取得する。

ステップ S 1 2 - 2 - 1 1 - 2 最大制御値と現在のサスペンション制御値の差が最大変化量より大きいかな否かを判断する。最大制御値と現在のサスペンション制御値の差が最大変化量より大きい場合はステップ S 1 2 - 2 - 1 1 - 3 に進み、最大制御値と現在のサスペンション制御値の差が最大変化量以下である場合はステップ S 1 2 - 2 - 1 1 - 4 に進む。

ステップ S 1 2 - 2 - 1 1 - 3 現在のサスペンション制御値と最大変化量とを加算した値を今回の現在位置更新タイミング毎におけるサスペンション制御値とし、処理を終了する。

ステップ S 1 2 - 2 - 1 1 - 4 最大制御値を今回の現在位置更新タイミング毎におけるサスペンション制御値とし、処理を終了する。

【0 1 4 9】

次に、サスペンションユニット 4 0 の行う処理について説明する。

【0 1 5 0】

図 3 2 は本発明の実施の形態におけるサスペンションユニットの行う処理の手順を示すフローチャートである。

【0 1 5 1】

まず、サスペンションユニット 4 0 は、サスペンション制御ユニット 3 0 からの制御命令等の情報を受信する制御命令情報受信処理を行う。続いて、前記サスペンションユニット 4 0 は、後述される制御実施処理を行い、制御命令に従った制御を行う。そして、前記サスペンションユニット 4 0 は、上下加速度センサ 4 1 等の各種のセンサが検出した制御結果を含む制御状況情報をサスペンション制

御ユニット 3 0 に送信する制御状況情報送信処理を行う。

【 0 1 5 2 】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S 2 1 制御命令情報受信処理を行う。

ステップ S 2 2 制御実施処理を行う。

ステップ S 2 3 制御状況情報送信処理を行い、処理を終了する。

【 0 1 5 3 】

次に、図 3 2 のステップ S 2 2 における制御実施処理のサブルーチンについて説明する。

【 0 1 5 4 】

図 3 3 は本発明の実施の形態における制御実施処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【 0 1 5 5 】

この場合、前記サスペンションユニット 4 0 は、車両 1 1 がアクティブサスペンション搭載車であるか否か、すなわち、前記サスペンションユニット 4 0 自体が各種のセンサから現在の路面形状や振動の状態を認識し、サスペンション制御値を自動的に変更することができるアクティブサスペンションシステムにおけるサスペンションユニットであるか否かを判断するようになっている。

【 0 1 5 6 】

まず、前記サスペンションユニット 4 0 は、前記サスペンション制御ユニット 3 0 から受信したサスペンション制御値を取得する。続いて、車両 1 1 がアクティブサスペンション搭載車であるか否かを判断する。そして、アクティブサスペンション搭載車でない場合、前記サスペンション制御ユニット 3 0 から受信したサスペンション制御値を実際にサスペンションの制御目標となる推奨サスペンション制御値とする。

【 0 1 5 7 】

なお、アクティブサスペンション搭載車である場合、前記サスペンションユニット 4 0 は、アクティブサスペンション制御値算出処理を行う。車両 1 1 がアクティブサスペンション搭載車である場合、前記サスペンションユニット 4 0 は、

路面の状態や現在の振動を各種のセンサから読み取り、最適なサスペンション制御値をアクティブサスペンション制御値として算出することができる。続いて、前記サスペンションユニット 40 は、アクティブサスペンション制御値がサスペンション制御ユニット 30 から受信したサスペンション制御値よりも小さいか否かを判断する。そして、小さい場合、サスペンション制御ユニット 30 から受信したサスペンション制御値を推奨サスペンション制御値とする。また、小さくない場合、アクティブサスペンション制御値を推奨サスペンション制御値とする。

【0158】

最後に、前記サスペンションユニット 40 は、実際のサスペンション制御値を推奨サスペンション制御値に変更して制御実施処理を終了する。

【0159】

次に、フローチャートについて説明する。

ステップ S 2 2 - 1 サスペンション制御ユニット 30 から受信したサスペンション制御値を取得する。

ステップ S 2 2 - 2 アクティブサスペンション搭載車であるか否かを判断する。アクティブサスペンション搭載車である場合はステップ S 2 2 - 3 に進み、アクティブサスペンション搭載車でない場合はステップ S 2 2 - 4 に進む。

ステップ S 2 2 - 3 サスペンション制御ユニット 30 から受信したサスペンション制御値を推奨サスペンション制御値とする。

ステップ S 2 2 - 4 アクティブサスペンション制御値算出処理を行う。

ステップ S 2 2 - 5 アクティブサスペンション制御値がサスペンション制御ユニット 30 から受信したサスペンション制御値より小さいか否かを判断する。小さい場合はステップ S 2 2 - 6 に進み、小さくない場合はステップ S 2 2 - 7 に進む。

ステップ S 2 2 - 6 サスペンション制御ユニット 30 から受信したサスペンション制御値を推奨サスペンション制御値とする。

ステップ S 2 2 - 7 アクティブサスペンション制御値を推奨サスペンション制御値とする。

ステップ S 2 2 - 8 実際のサスペンション制御値を推奨サスペンション制御値

に変更し、処理を終了する。

【0160】

このように、本実施の形態において、サスペンション制御ユニット30は、上下加速度センサ41から取得した車両の上下方向加速度に基づいて路面振動数及び路面振幅を算出し、前記路面振動数及び路面振幅に基づいて路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定するようになっている。

【0161】

そのため、路面形状を路面振動数及び路面振幅、又は、路面波長及び路面振幅の要素に分けて記憶手段に格納することができ、きめ細かなサスペンション制御を行うことができる。また、車両重量、車速等の車両状態と無関係に路面形状を把握することができるので、精度の高いサスペンション制御を行うことができ、さらに、複数の車両によって路面形状に関する情報を共有することができる。

【0162】

また、前記サスペンション制御ユニット30は、路面形状を学習し、学習した路面形状に基づいてサスペンションを事前に制御するので、サスペンションユニット40の動作にタイムラグがあっても、路面形状に適したサスペンション制御が行われる。さらに、車両の乗員が違和感を感じることもない制御を行うことができる。

【0163】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0164】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、車両のサスペンション制御装置においては、車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサと、該上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有する。

【0165】

この場合、実際の道路の路面形状に基づいてサスペンション制御を行うことによって、路面形状に対応して適切にサスペンション制御を行うことができる。

【0166】

他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両の車速及び車両重量に基づいて前記路面のうねり及び凹凸を推定する。

【0167】

この場合、適切に路面形状を判定することができる。

【0168】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、車両の上下方向加速度を検出する上下加速度センサと、車速を検出する車速センサと、車両重量を検出する重量センサと、前記上下加速度センサによって検出される車両の上下方向加速度、前記車速センサによって検出される車速及び前記重量センサによって検出される車両重量に基づいて前記路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有する。

【0169】

この場合、実際の道路の路面形状に基づいてサスペンション制御を行うことによって、路面形状に対応して適切にサスペンション制御を行うことができる。

【0170】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記車両の現在位置を検出する現在位置検出手段を有し、前記制御ユニットは、前記路面形状を学習し、学習した路面形状に基づいて、特定された車両の現在位置前方における学習した路面形状に基づいてサスペンションを制御する。

【0171】

この場合、学習した路面形状に基づいてサスペンションを適切に制御することができる。

【0172】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間に進入する前に前記サスペンション制御値を悪路区間に適した値に変更する。

【0 1 7 3】

この場合、サスペンションの動作にタイムラグがあっても、路面形状に適したサスペンション制御が行われる。

【0 1 7 4】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を脱出した後に前記サスペンション制御値を悪路区間に適した値から変更する。

【0 1 7 5】

この場合、サスペンションの動作にタイムラグがあっても、悪路区間を完全に脱出するまで適切なサスペンション制御が行われる。

【0 1 7 6】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を走行中であり振動レベルの大きい区間に進入する前に前記サスペンション制御値を振動レベルの大きい区間に適した値に変更する。

【0 1 7 7】

この場合、サスペンションの動作にタイムラグがあっても、振動レベルの大きい区間に進入した時点で適切なサスペンション制御が行われる。

【0 1 7 8】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、前記車両が悪路区間を走行中であり振動レベルの大きい区間を脱出した後に前記サスペンション制御値を振動レベルの大きい区間に適した値から変更する。

【0 1 7 9】

この場合、サスペンションの動作にタイムラグがあっても、振動レベルの大きい区間を完全に脱出するまで適切なサスペンション制御が行われる。

【0 1 8 0】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、さらに、前記制御ユニットは、減衰力又はばねレートを制御することによってサスペンションの硬さを制御する。

【0 1 8 1】

この場合、サスペンションが路面形状に適した硬さに制御されるので、車両の乗員が違和感を感じることがない。

【0 1 8 2】

更に他の車両のサスペンション制御装置においては、車両の現在位置を検出する現在位置検出手段と、登録された区間の路面形状を情報提供サーバから受信する通信手段と、該通信手段が受信した路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有する。

【0 1 8 3】

この場合、過去において走行したことの無い道路の区間においても、情報提供サーバから受信した路面形状に基づいてサスペンションを適切に制御することができ、ドライバビリティが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態における路面からの振動数の概念を示す図である。

【図 2】

本発明の実施の形態における車両のサスペンション制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の実施の形態におけるサスペンションの構成を示す図である。

【図 4】

本発明の実施の形態におけるサスペンション制御マップを示す図である。

【図 5】

本発明の実施の形態における減衰力特性マップを示す図である。

【図 6】

本発明の実施の形態におけるばねレート特性マップを示す図である。

【図 7】

本発明の実施の形態における車両重量が小の場合の状態を示す図である。

【図 8】

本発明の実施の形態における車両重量が大の場合の状態を示す図である。

【図 9】

本発明の実施の形態における車両重量が大の場合のサスペンション制御マップを示す図である。

【図 1 0】

本発明の実施の形態における車両重量が中の場合のサスペンション制御マップを示す図である。

【図 1 1】

本発明の実施の形態における車両重量が小の場合のサスペンション制御マップを示す図である。

【図 1 2】

本発明の実施の形態における単独悪路におけるサスペンション制御値の変化を示す図である。

【図 1 3】

本発明の実施の形態における連続悪路におけるサスペンション制御値の変化を示す第 1 の図である。

【図 1 4】

本発明の実施の形態における連続悪路におけるサスペンション制御値の変化を示す第 2 の図である。

【図 1 5】

本発明の実施の形態における路面形状の学習の概念を示す図である。

【図 1 6】

本発明の実施の形態における路面形状の学習の手順を示す図である。

【図 1 7】

本発明の実施の形態における車両重量が大の場合の学習マップを示す図である。

【図 1 8】

本発明の実施の形態における車両重量が中の場合の学習マップを示す図である。

【図 19】

本発明の実施の形態における車両重量が小の場合の学習マップを示す図である。

【図 20】

本発明の実施の形態における路面形状を共有するシステムの概念を示す図である。

【図 21】

本発明の実施の形態におけるセンサユニットの行う処理の手順を示すフローチャートである。

【図 22】

本発明の実施の形態におけるサスペンション制御ユニットの行う処理の手順を示すフローチャートである。

【図 23】

本発明の実施の形態における制御命令作成処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 24】

本発明の実施の形態における道路情報修正処理のサブルーチンを示す第 1 のフローチャートである。

【図 25】

本発明の実施の形態における道路情報修正処理のサブルーチンを示す第 2 のフローチャートである。

【図 26】

本発明の実施の形態における実道路環境情報算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 27】

本実施の形態における道路環境情報と実道路環境情報との一致判定及び道路環境情報修正処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 28】

本発明の実施の形態における悪路制御値算出処理における現在位置とノード点と

の関係を示す図である。

【図 29】

本発明の実施の形態における悪路制御値算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 30】

本発明の実施の形態におけるノード別制御値算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 31】

本発明の実施の形態における制御値算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 32】

本発明の実施の形態におけるサスペンションユニットの行う処理の手順を示すフローチャートである。

【図 33】

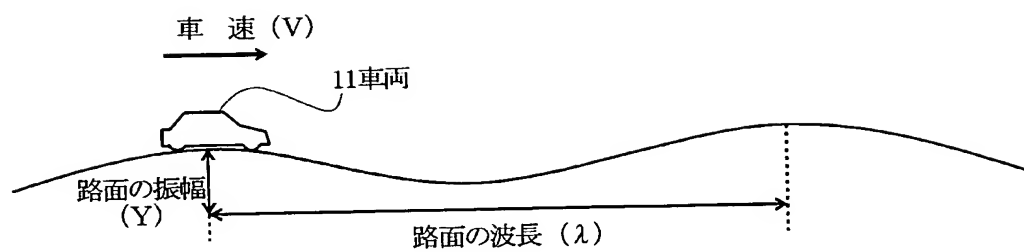
本発明の実施の形態における制御実施処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【符号の説明】

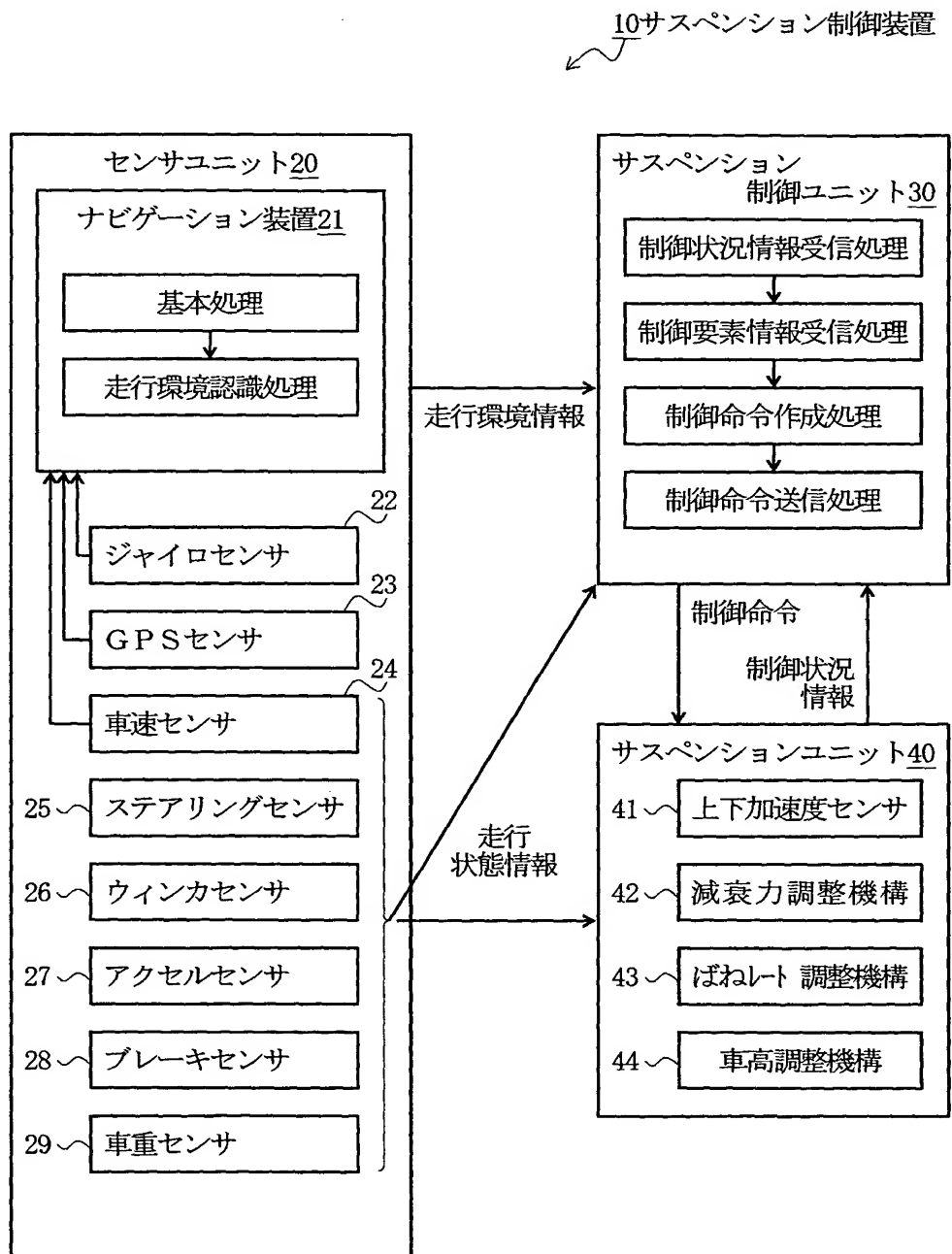
- 10 サスペンション制御装置
- 11、11a、11b 車両
- 30 サスペンション制御ユニット
- 41 上下加速センサ

【書類名】 図面

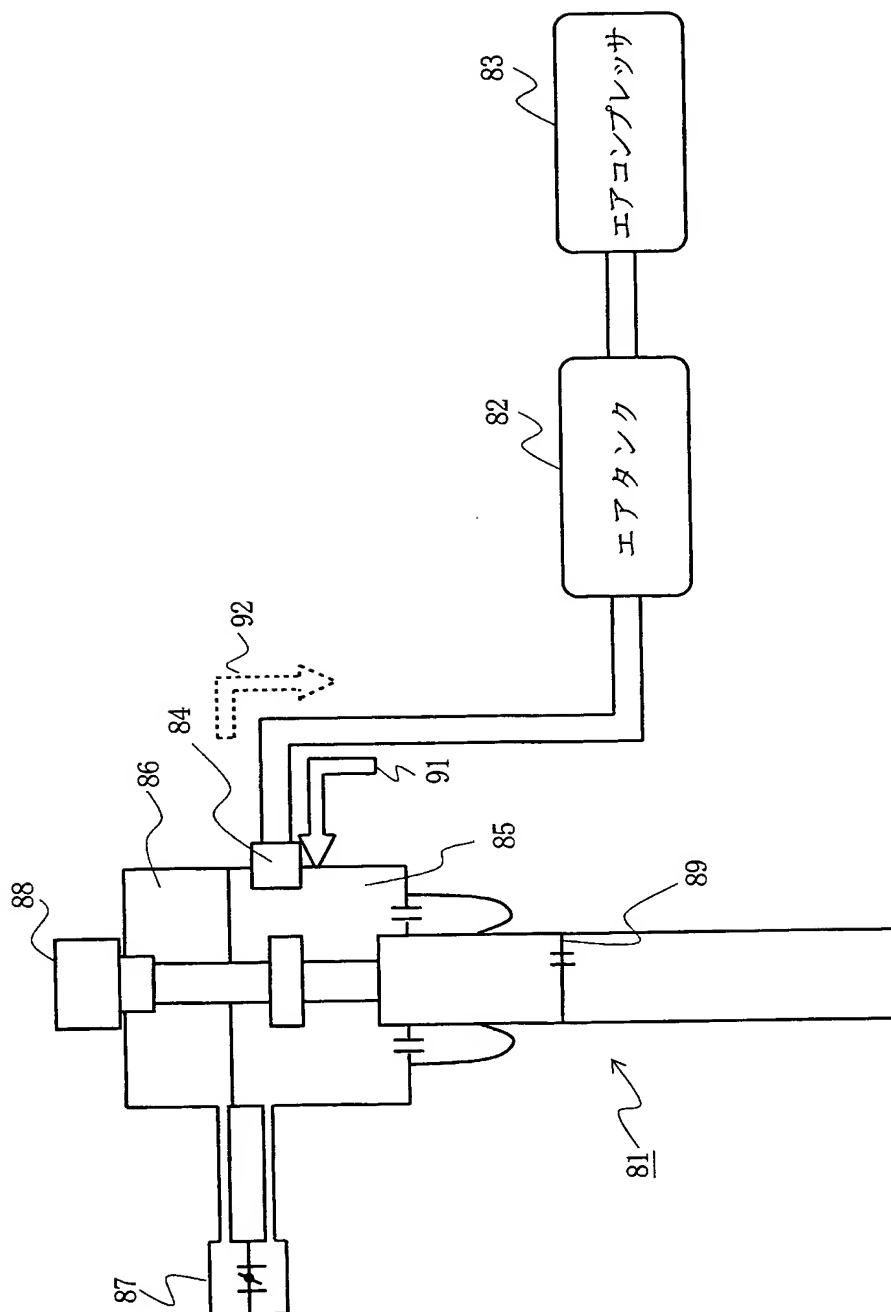
【図 1】



【図 2】



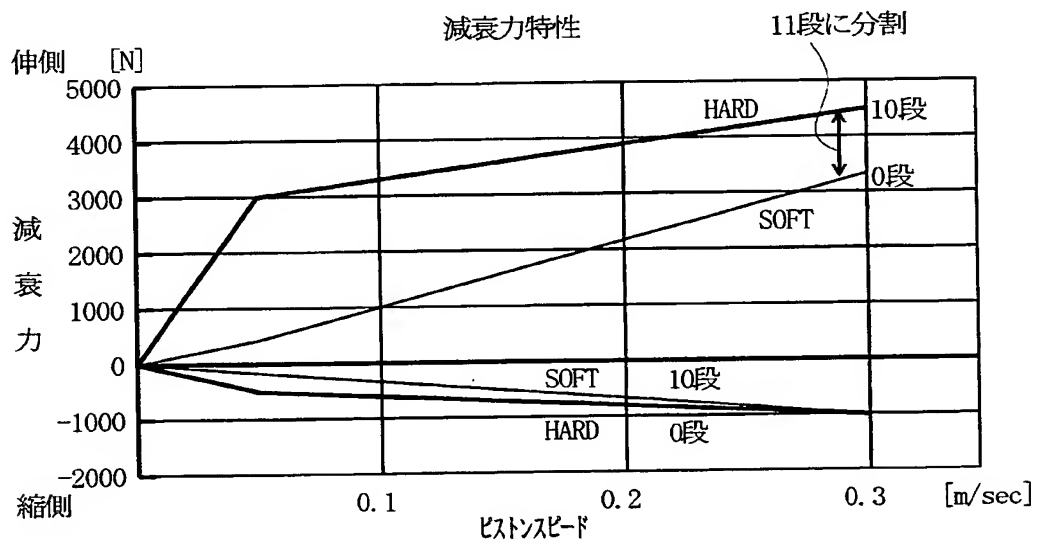
【図 3】



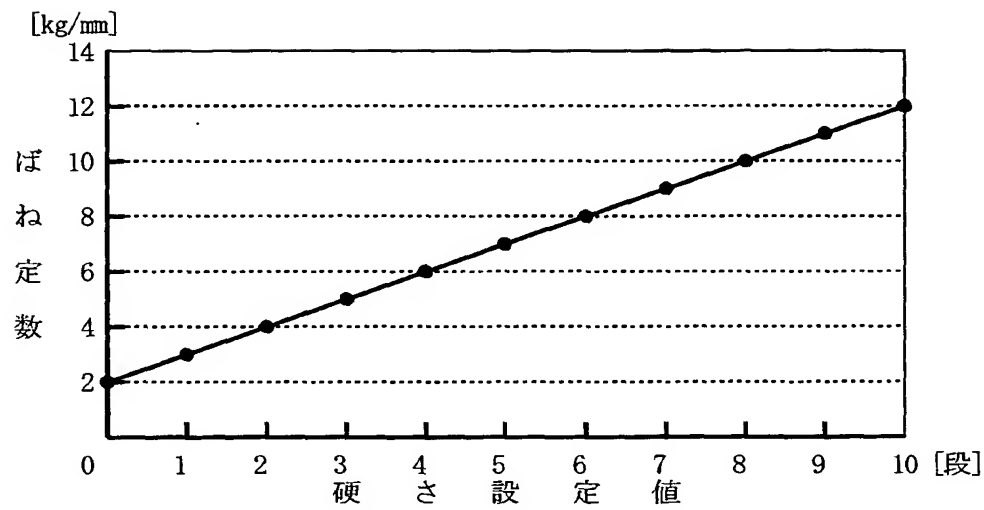
【図 4】

		柔 → 硬		
柔 ↓ 硬		路面振動数 (大) (15[Hz]~)	路面振動数 (中) (2~15[Hz])	路面振動数 (小) (1~2[Hz])
	路面振幅 (大) (9[cm]~)	1	2	3
	路面振幅 (中) (5~9[cm])	2	4	6
	路面振幅 (小) (1~5[cm])	3	6	9

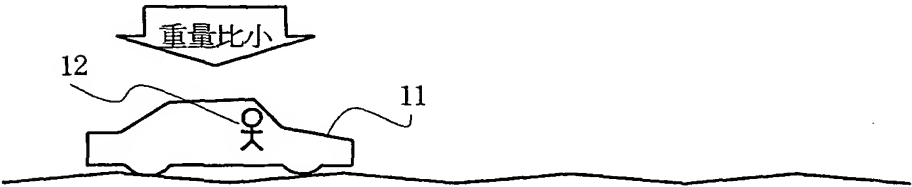
【図 5】



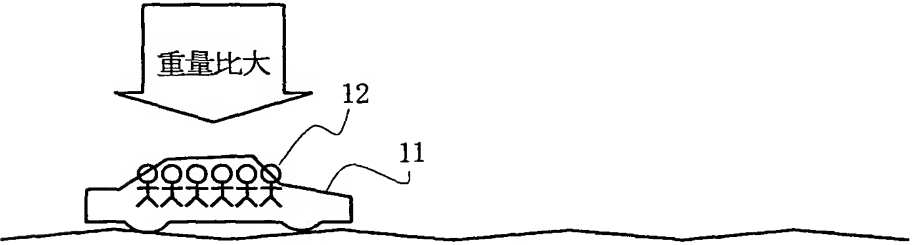
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

	路面振動数 (大) (15[Hz]～)	路面振動数 (中) (2～15[Hz])	路面振動数 (小) (1～2[Hz])
路面振幅 (大) (9[cm]～)	1 (+1)	2 (+1)	3 (+1)
路面振幅 (中) (5～9[cm])	2 (+1)	4 (+1)	6 (+1)
路面振幅 (小) (1～5[cm])	3 (+1)	6 (+1)	9 (+1)

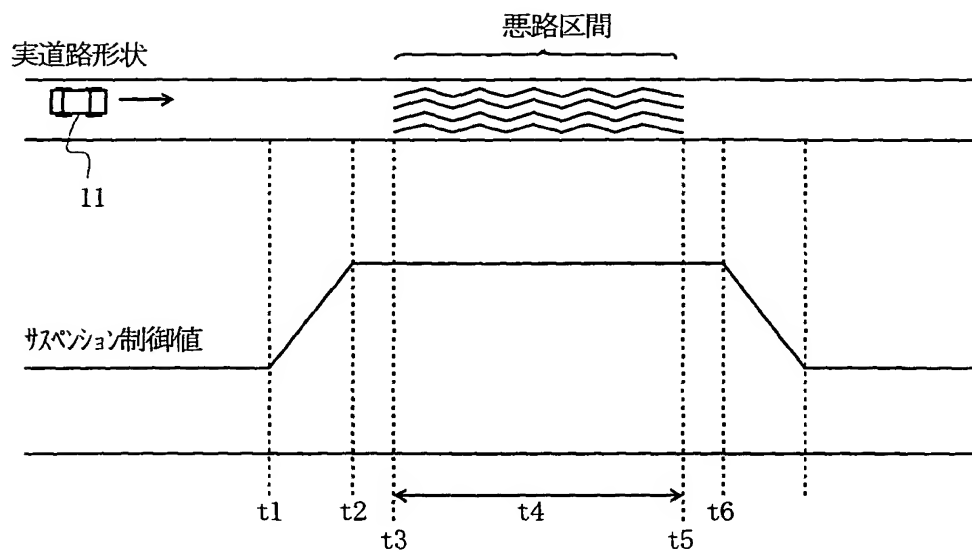
【図 10】

	路面振動数 (大) (15[Hz]～)	路面振動数 (中) (2～15[Hz])	路面振動数 (小) (1～2[Hz])
路面振幅 (大) (9[cm]～)	1	2	3
路面振幅 (中) (5～9[cm])	2	4	6
路面振幅 (小) (1～5[cm])	3	6	9

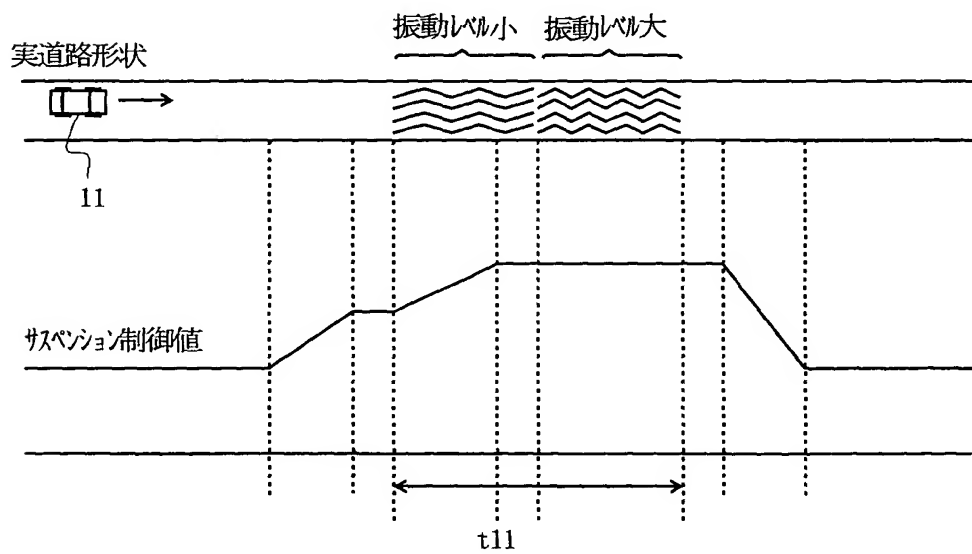
【図 11】

	路面振動数 (大) (15[Hz]～)	路面振動数 (中) (2～15[Hz])	路面振動数 (小) (1～2[Hz])
路面振幅 (大) (9[cm]～)	1 (－1)	2 (－1)	3 (－1)
路面振幅 (中) (5～9[cm])	2 (－1)	4 (－1)	6 (－1)
路面振幅 (小) (1～5[cm])	3 (－1)	6 (－1)	9 (－1)

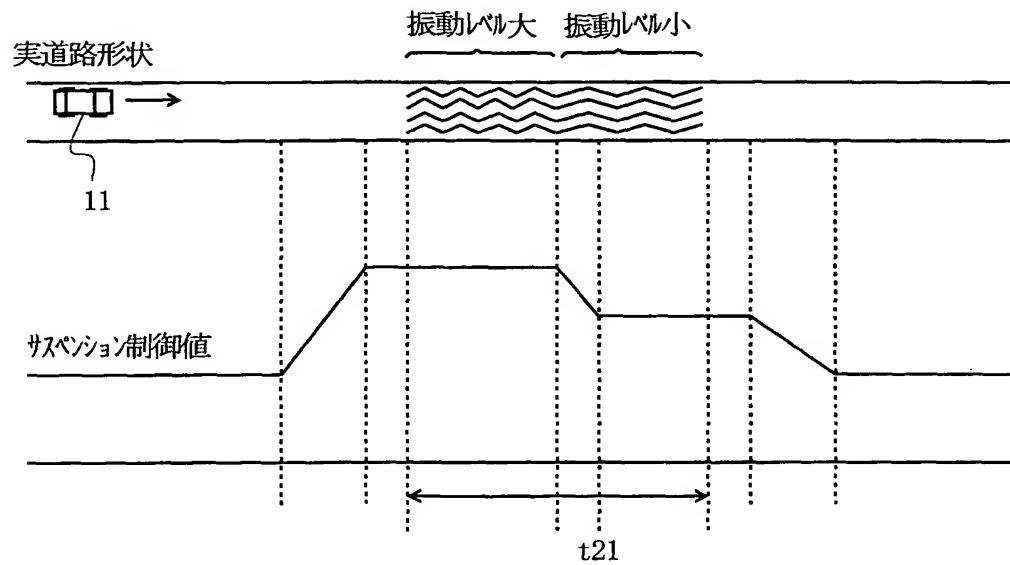
【図 1 2】



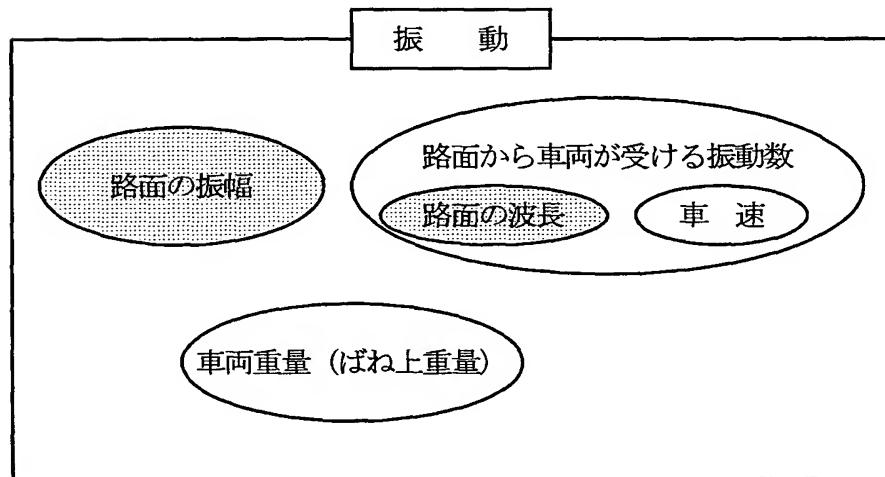
【図 1 3】



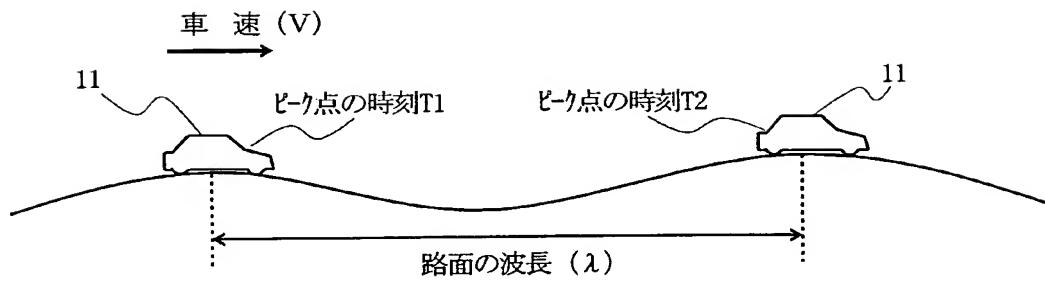
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【図 17】

	路面振動数 (大) (15[Hz]～)	路面振動数 (中) (2～15[Hz])	路面振動数 (小) (1～2[Hz])
上下方向加速度 (小) (0.05～0.15[m/s ²])	路面振幅 (小)	路面振幅 (小)	路面振幅 (中)
上下方向加速度 (中) (0.15～0.25[m/s ²])	路面振幅 (小)	路面振幅 (中)	路面振幅 (大)
上下方向加速度 (大) (0.25[m/s ²]～)	路面振幅 (中)	路面振幅 (大)	路面振幅 (大)

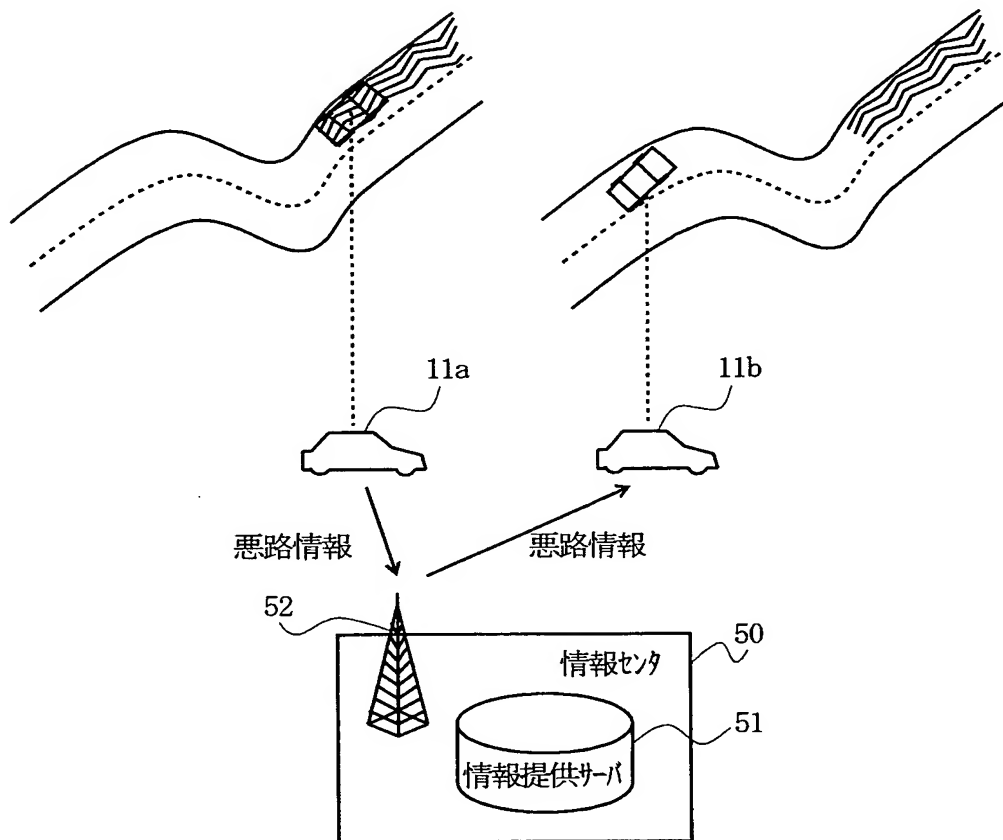
【図 18】

	路面振動数 (大) (15[Hz]～)	路面振動数 (中) (2～15[Hz])	路面振動数 (小) (1～2[Hz])
上下方向加速度 (小) (0.1～0.2[m/s ²])	路面振幅 (小)	路面振幅 (小)	路面振幅 (中)
上下方向加速度 (中) (0.2～0.3[m/s ²])	路面振幅 (小)	路面振幅 (中)	路面振幅 (大)
上下方向加速度 (大) (0.3[m/s ²]～)	路面振幅 (中)	路面振幅 (大)	路面振幅 (大)

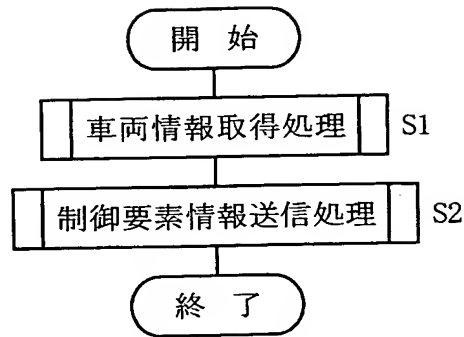
【図 19】

	路面振動数 (大) (15[Hz]~)	路面振動数 (中) (2~15[Hz])	路面振動数 (小) (1~2[Hz])
上下方向加速度 (小) (0.15~0.25[m/s ²])	路面振幅 (小)	路面振幅 (小)	路面振幅 (中)
上下方向加速度 (中) (0.25~0.35[m/s ²])	路面振幅 (小)	路面振幅 (中)	路面振幅 (大)
上下方向加速度 (大) (0.35[m/s ²]~)	路面振幅 (中)	路面振幅 (大)	路面振幅 (大)

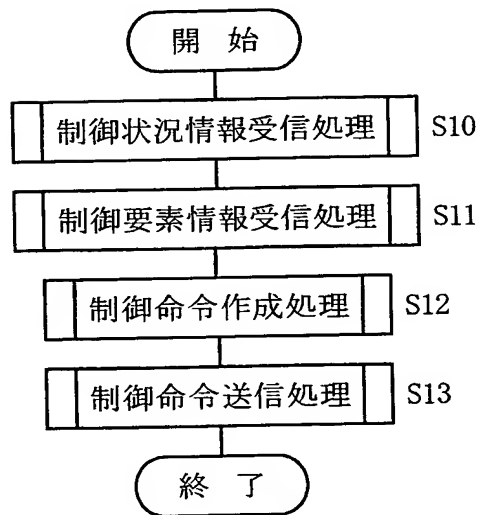
【図 20】



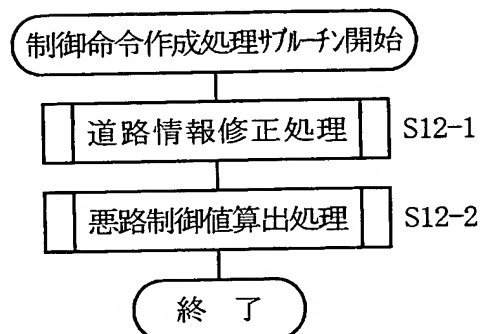
【図 2 1】



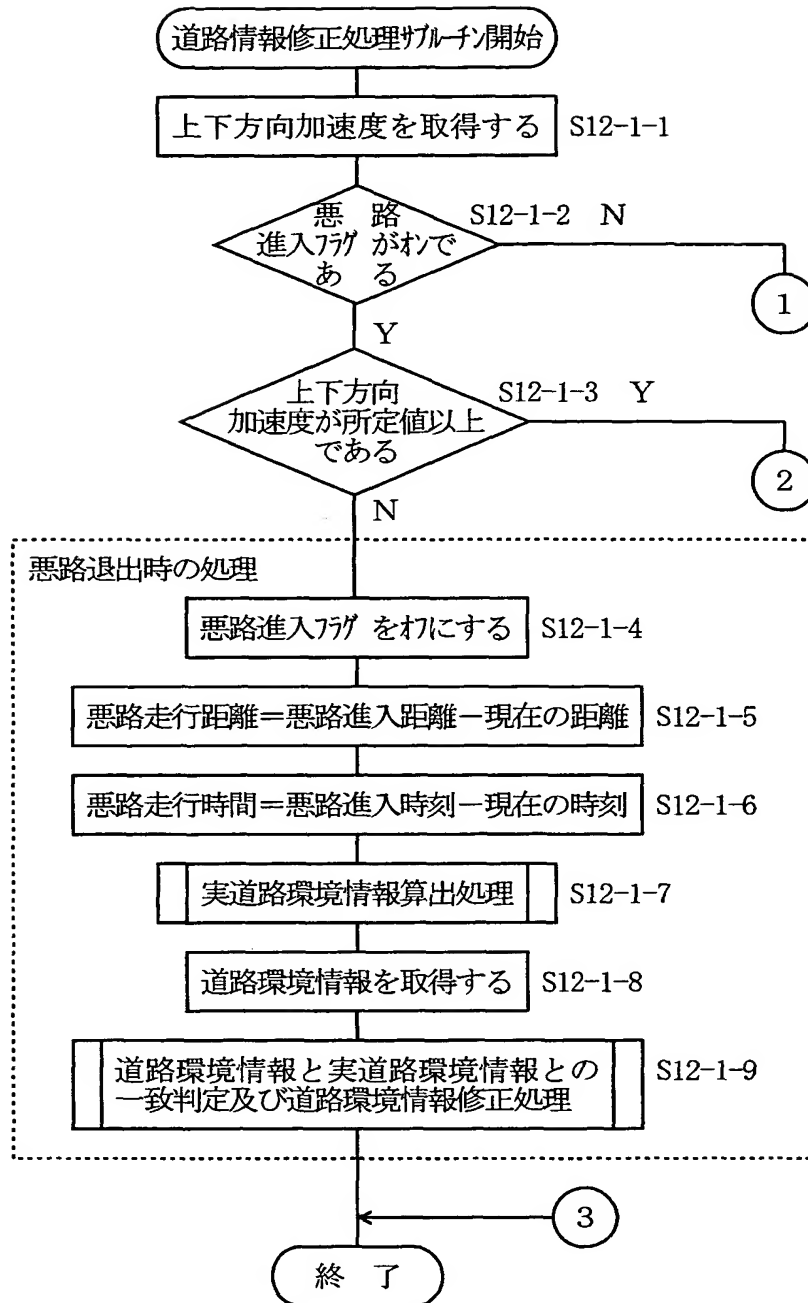
【図 2 2】



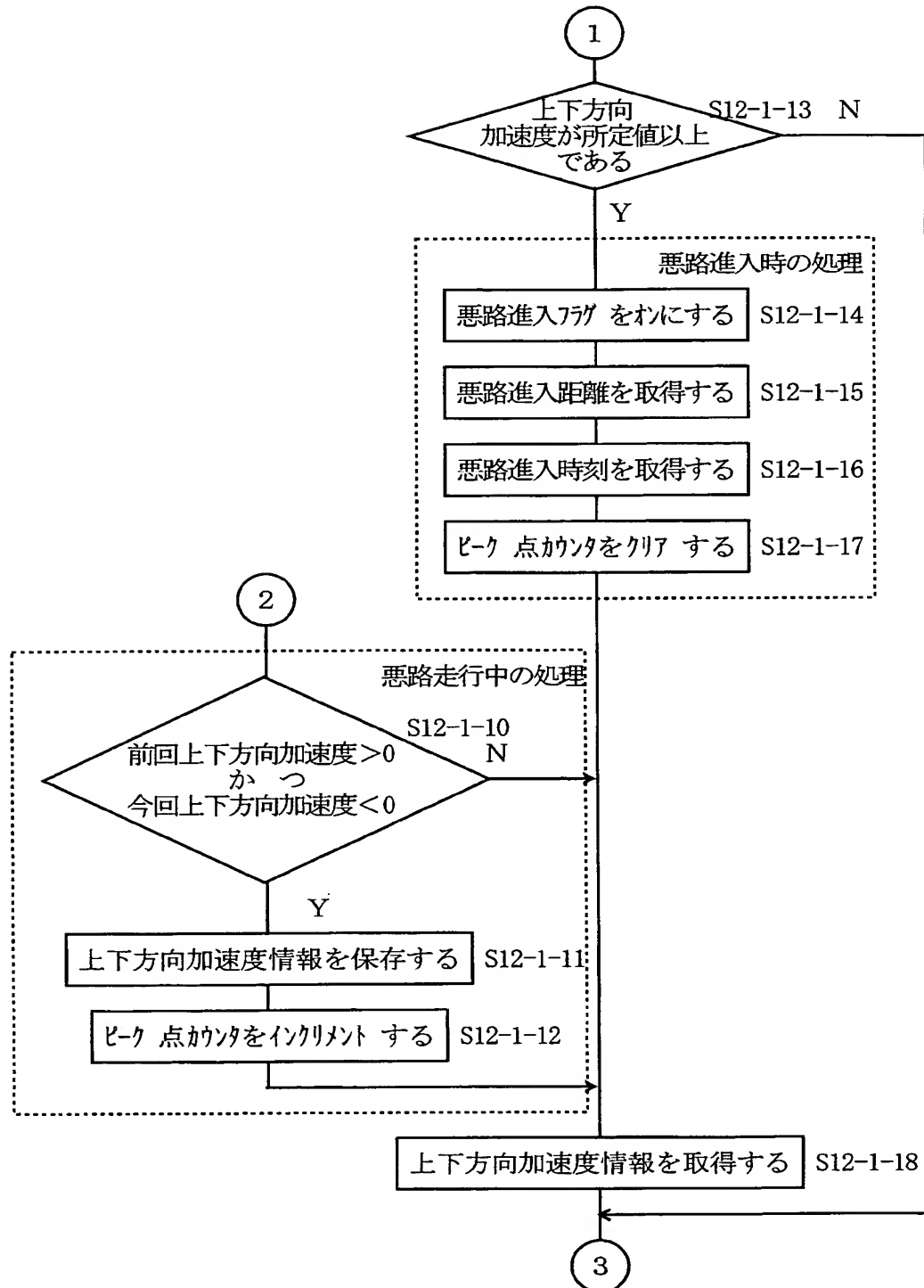
【図 2 3】



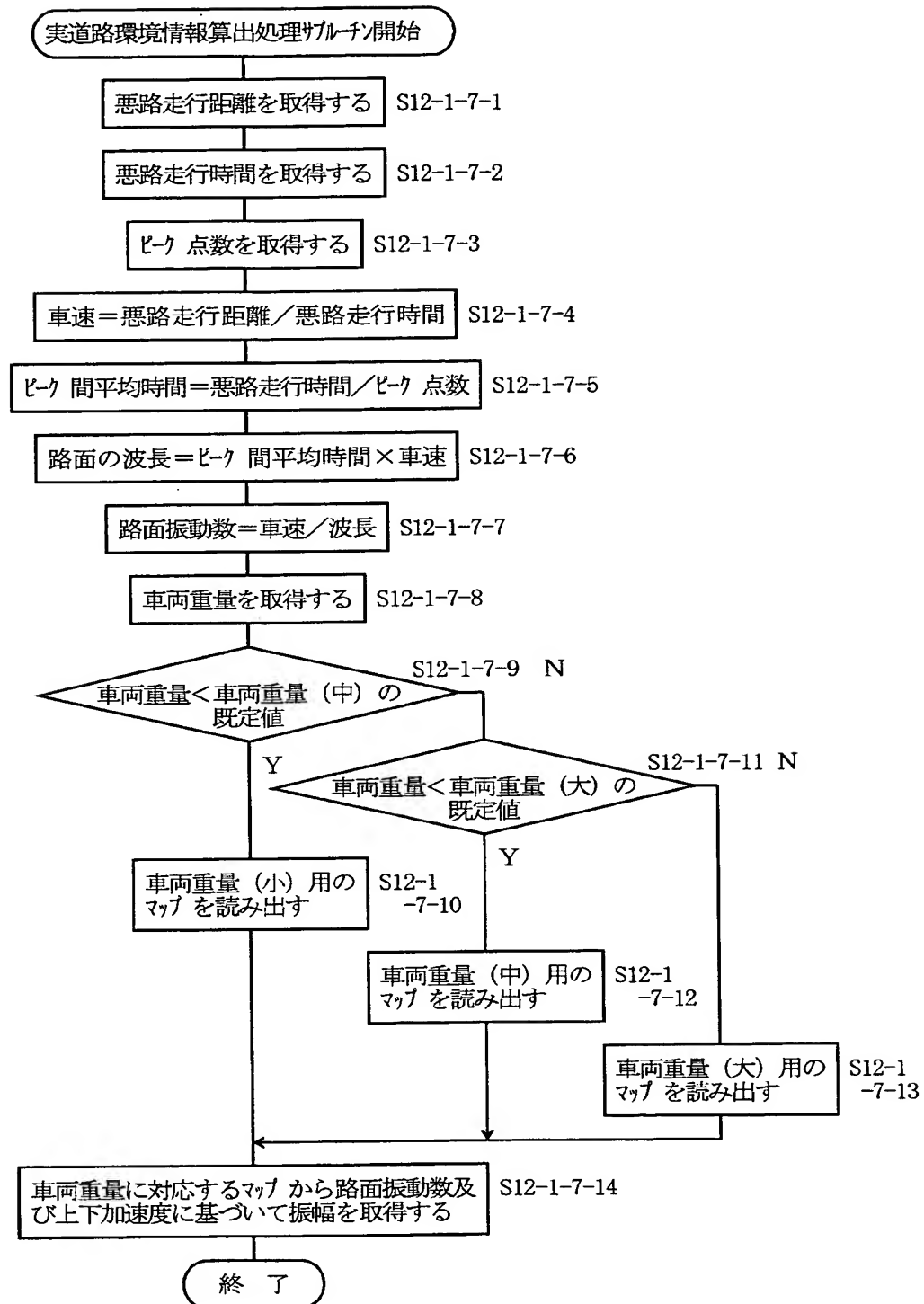
【図 24】



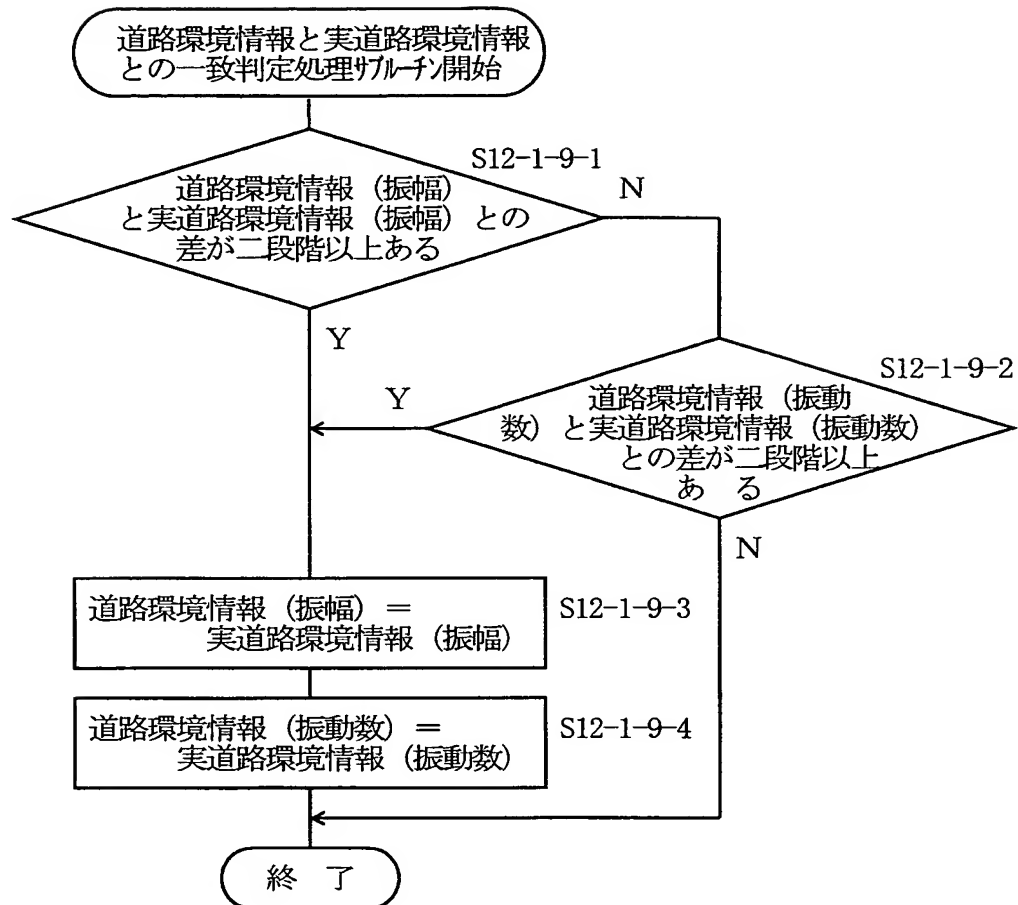
【図 25】



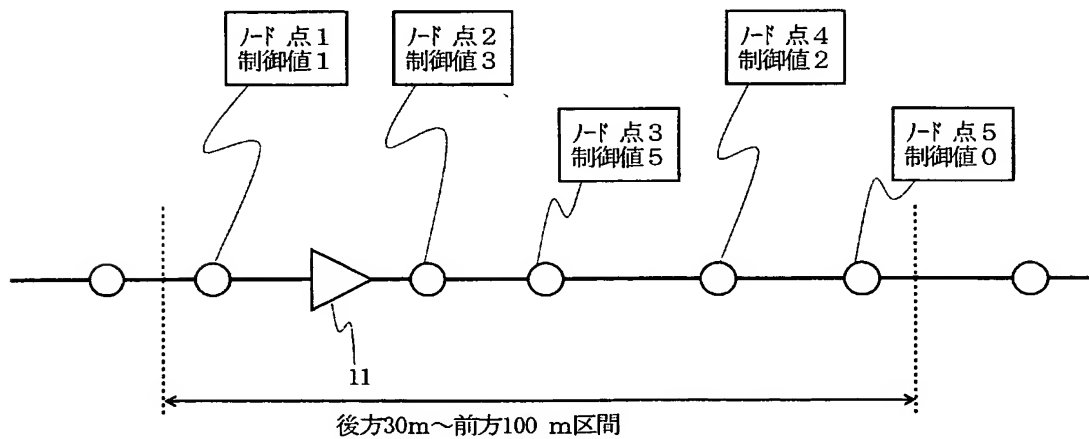
【図 26】



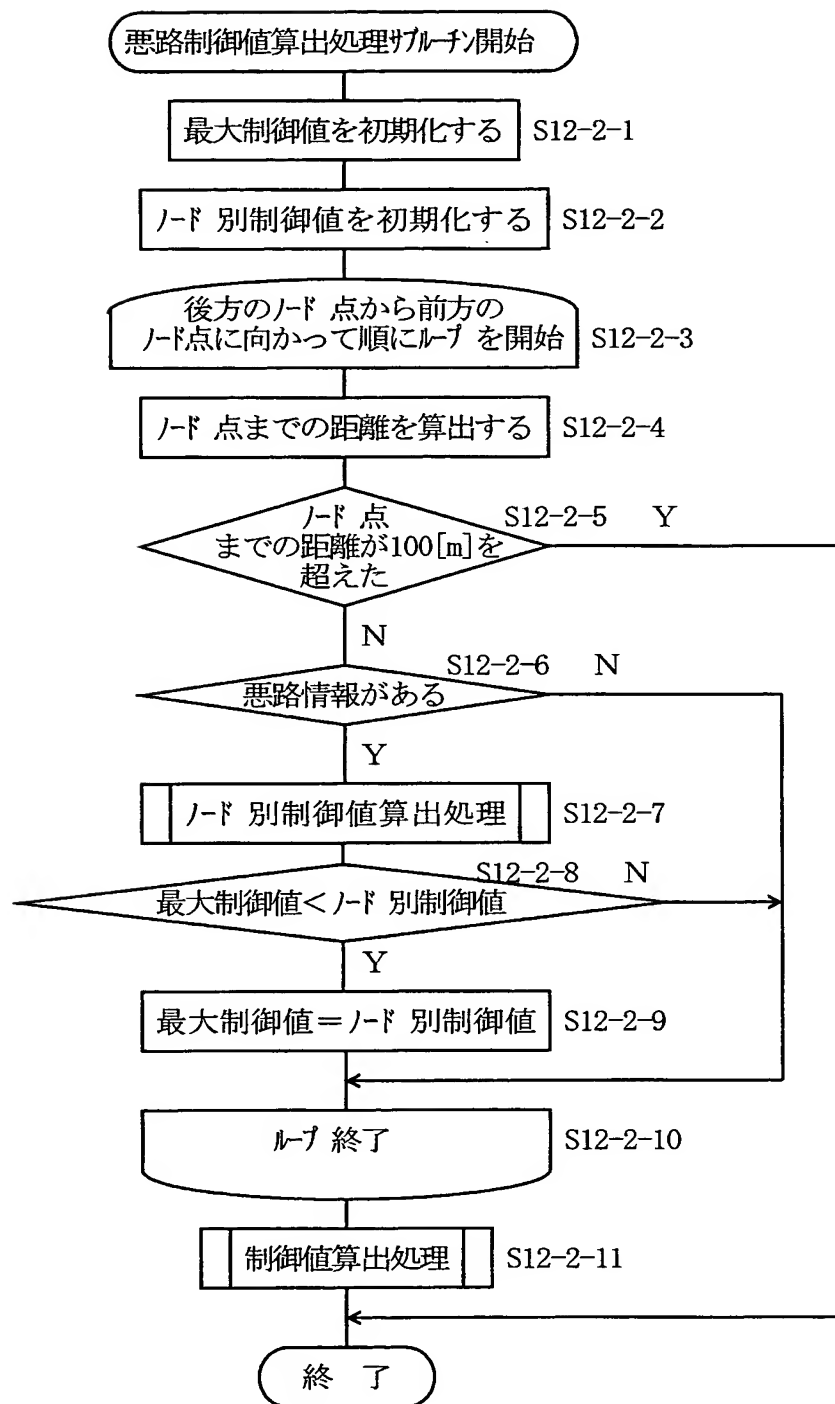
【図 27】



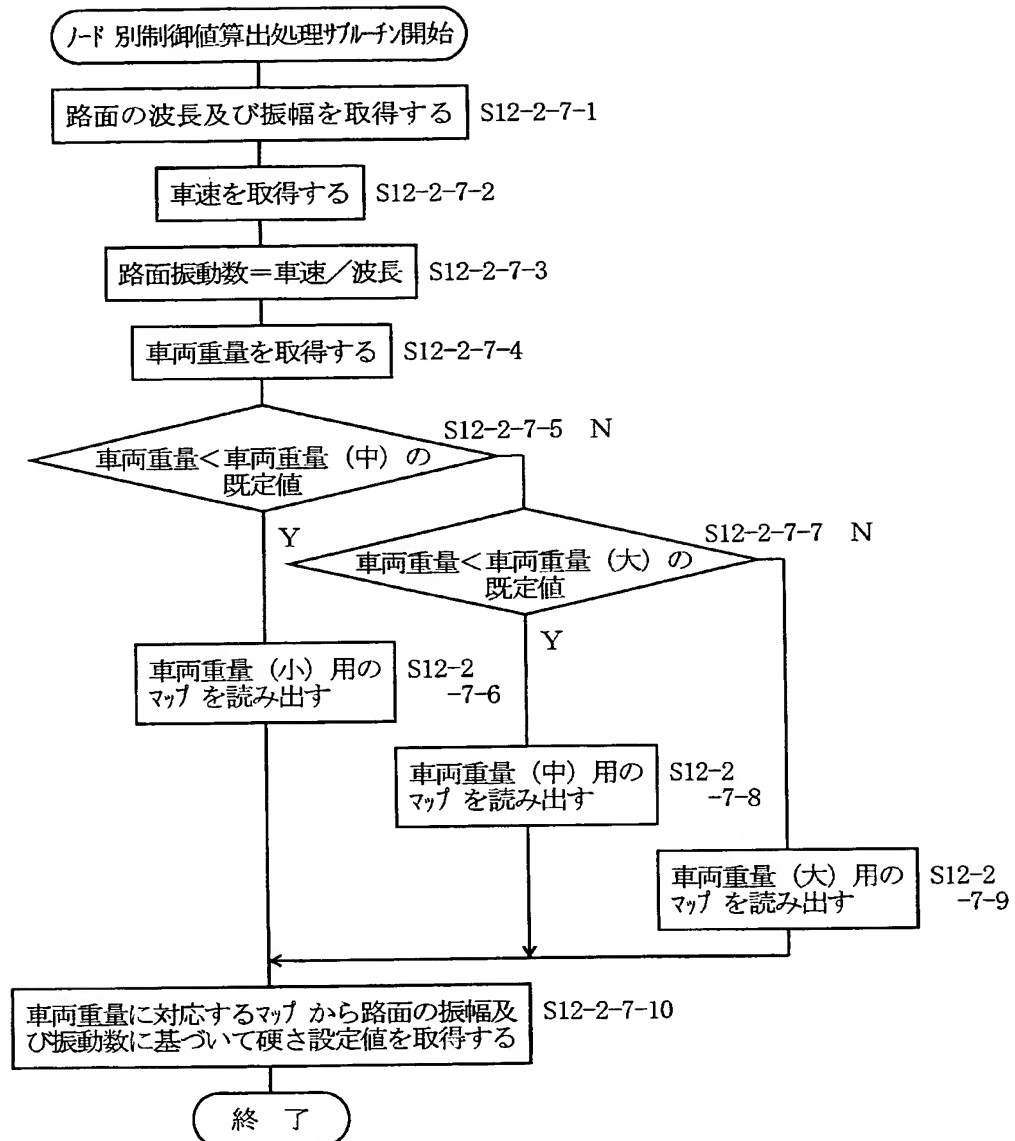
【図 28】



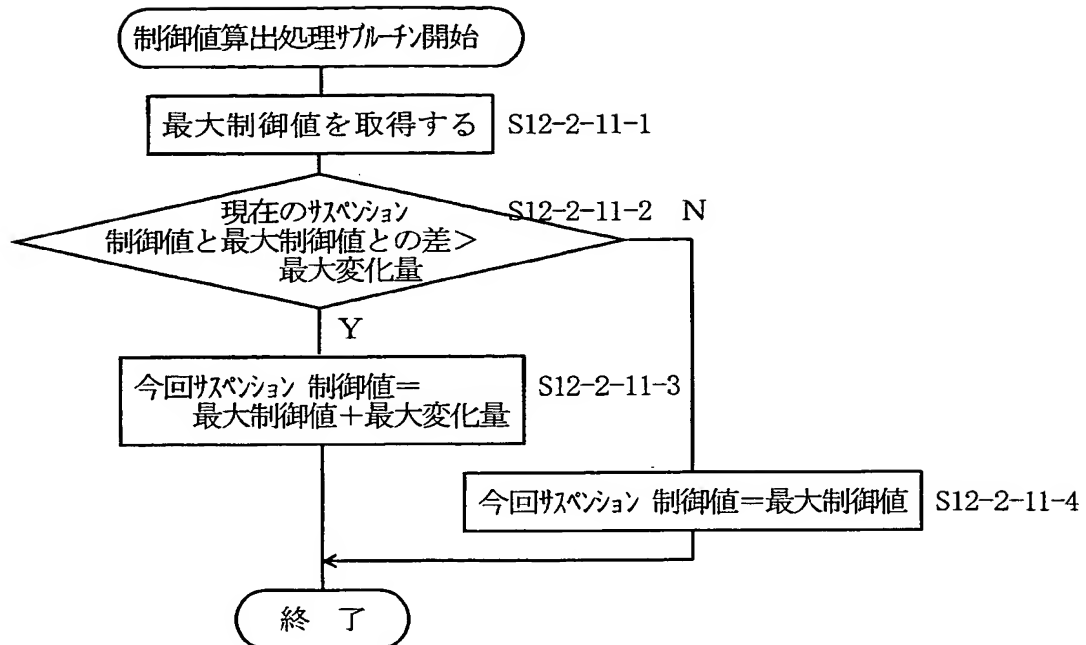
【図 29】



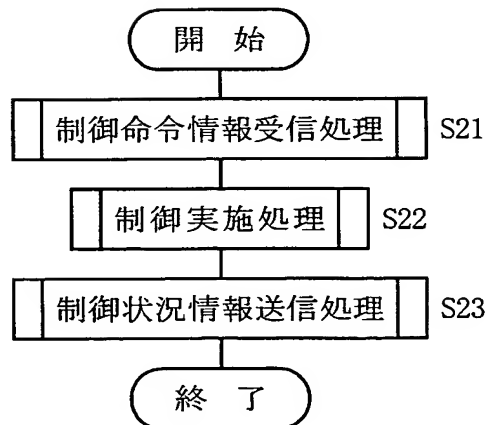
【図 30】



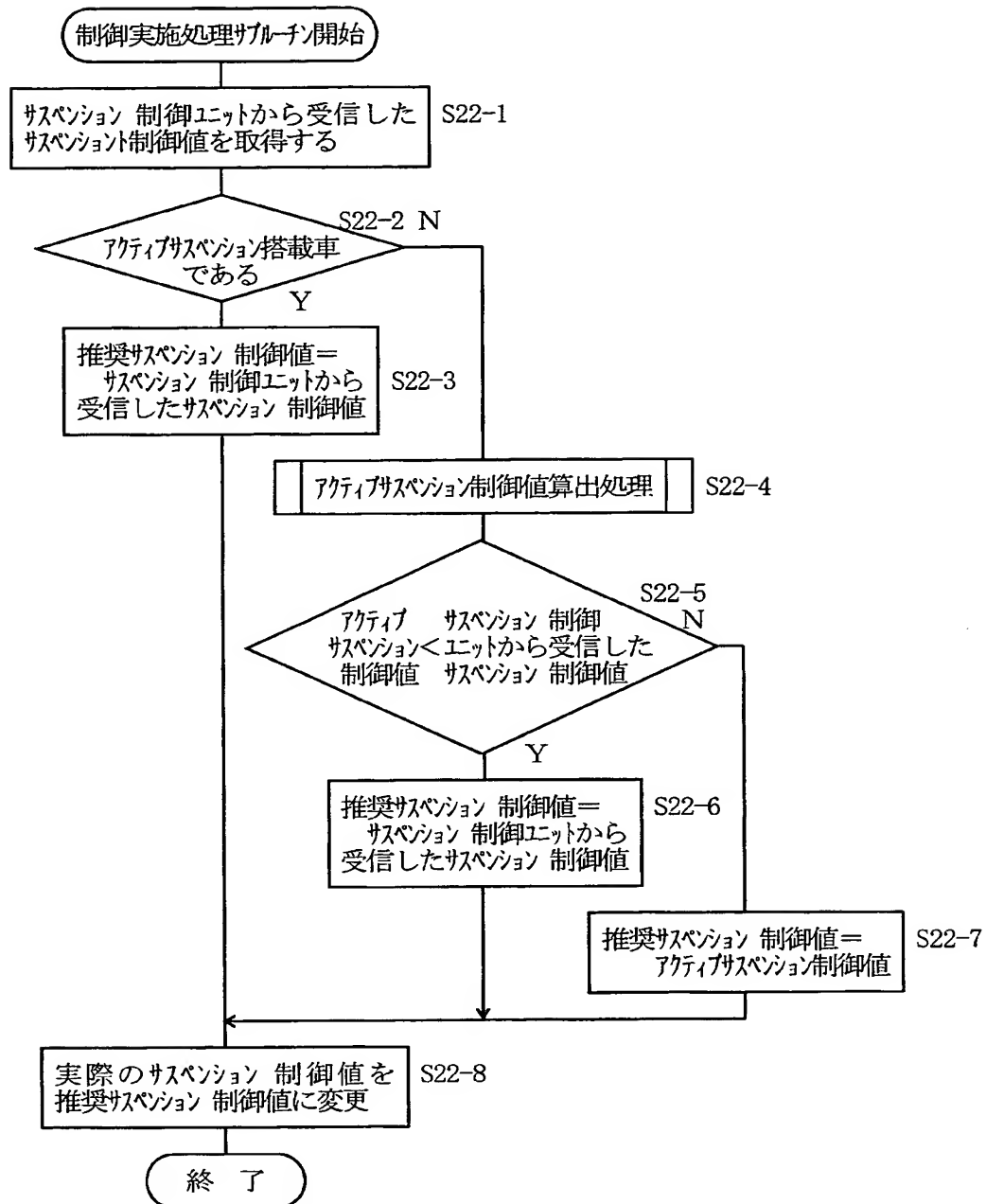
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 33】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 実際の道路の路面形状に基づき、各種の車両状態を考慮してサスペンション制御を行うとともに、前記路面形状を学習することによって、悪路においても適切にサスペンション制御を行うことができるようにする。

【解決手段】 車両 1 1 の上下方向加速度を検出する上下加速度センサと、該上下加速度センサによって検出される車両 1 1 の上下方向加速度に基づいて路面のうねり及び凹凸を推定することにより路面形状を判定し、該路面形状に基づいてサスペンション制御値を決定する制御ユニットとを有する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-311819
受付番号	50201615061
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成 14 年 10 月 30 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000100768

【住所又は居所】 愛知県安城市藤井町高根 10 番地

【氏名又は名称】 アイシン・エイ・ダブリュ株式会社

【代理人】 申請人

【識別番号】 100116207

【住所又は居所】 東京都千代田区神田美土代町 7 番地 10 大園ビル

【氏名又は名称】 青木 俊明

【選任した代理人】

【識別番号】 100089635

【住所又は居所】 東京都千代田区神田美土代町 11 番地 12 ニチヨビル

【氏名又は名称】 清水 守

【選任した代理人】

【識別番号】 100096426

【住所又は居所】 東京都千代田区神田美土代町 7 番地 10 大園ビル

【氏名又は名称】 川合 誠

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 1 1 8 1 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 0 0 7 6 8]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地

氏 名

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 4 月 2 日

[変更理由]

名称変更

住所変更

住 所

愛知県安城市藤井町高根 1 0 番地

氏 名

アイシン・エイ・ダブリュ株式会社